

Emissionen aus Anlagen der österreichischen Zementindustrie

Berichtsjahr 2013



Gerd Mausitz
Institut für Verfahrenstechnik, Umwelttechnik
und Technische Biowissenschaften
Technische Universität Wien

Wien, im Mai 2014

Emissionen aus Anlagen der österreichischen Zementindustrie

Berichtsjahr 2013

Gerd Mausnitz

Institut für Verfahrenstechnik, Umwelttechnik und Technische Biowissenschaften

Technische Universität Wien

Wien, im Mai 2014

Inhaltsverzeichnis

	Seite
1 Problemstellung.....	2
2 Datenerfassung	3
2.1 Erfaßte Schadstoffe.....	3
2.2 Erfassungszeitraum.....	3
2.3 Erfaßte Anlagen.....	3
3 Ergebnisse, numerische und graphische Darstellungen.....	3
3.1 Produktionsstatistik.....	5
3.2 Brennstoffstatistik	6
3.3 Energiestatistik	7
3.4 Rohstoff- und Zuschlagstoffstatistik	12
3.5 Emissionsstatistik	15
4 Kurzkomentar zu den Ergebnissen.....	23
4.1 Anlage- und Produktionsdaten	23
4.2 Emissionen	24
5 Tabellenverzeichnis.....	26
6 Abbildungsverzeichnis.....	26

Einleitung

Die vorliegende Emissionsinventur berichtet über die pyrogenen und prozeßspezifischen Schadstofffreisetzungen der österreichischen Zementindustrie und die damit im ursächlichen Zusammenhang stehenden Produktions- und Betriebsdaten. Mit dem von unabhängiger dritter Seite erstellten Bericht über das Bilanzjahr 2013 liegt nunmehr eine Zeitreihe von Emissionsbilanzen vor, die bis in das Jahr 1988 zurückreicht.

1 Problemstellung

Die Emissionsbilanz wird mit dem Ziel in Angriff genommen alle relevanten Schadstoffe, die durch Anlagen der österreichischen Zementindustrie mit Ofenbetrieb im Jahr 2013 freigesetzt wurden, zu erfassen.

Die Emissionsinventur soll ferner über

- Produktionsdaten,
- Einsatzmengen an konventionellen Energieträgern,
- Einsatzmengen an Ersatzbrennstoffen,
- thermischen und elektrischen Energieverbrauch,
- Einsatzmengen an Primärrohstoffen,
- Einsatzmengen an Primärzumahlstoffen,
- Einsatzmengen an Sekundärrohstoffen,
- Einsatzmengen an Sekundärzumahlstoffen,

informieren.

Die Einzelwerksergebnisse sollen, unter Wahrung der Vertraulichkeit werkspezifischer Einzelheiten, zu einer Gesamtbilanz der Branche zusammengeführt werden.

Zu Vergleichszwecken soll die Emissionsinventur 2013 um die Bilanzjahre 2008 bis 2012 ergänzt werden. Somit können sektorale Trendanalysen und Mittelwertbildungen auf einer breiteren Datenbasis abgestützt und Aussagequalitäten von weniger systematischen Einflußgrößen unabhängiger gemacht werden.

2 Datenerfassung

2.1 Erfasste Schadstoffe

In der Emissionsinventur finden sich Angaben zu 26 Schadstoffen bzw. Schadstoffgruppen (Tabelle 2-1). Somit umfaßt die Emissionsinventur alle maßgeblichen Schadstoffe des Sektors.

klassische Luftschadstoffe	metallische Spurenelemente*	klimatelevante Schadgase
Staubförmige Emissionen	Cadmium (Cd)	geogenes CO ₂
Stickstoffoxide (als NO ₂)	Thallium (Tl)	pyrogenes CO ₂
Schwefeldioxid (SO ₂)	Beryllium (Be)	
Chlorverbindungen (als HCl)	Arsen (As)	
Fluorverbindungen (als HF)	Cobalt (Co)	
organischer Gesamtkohlenstoff (TOC)	Nickel (Ni)	
Kohlenmonoxid (CO)	Blei (Pb)	
Ammoniak (NH ₃)***	Quecksilber (Hg)	
	Chrom (Cr)	
	Selen (Se)	
	Mangan (Mn)	
	Vanadium (V)	
	Zink (Zn)	
	Antimon (Sb)**	
	Kupfer (Cu)**	
	Zinn (Sn)**	
* gasförmig und/oder partikelgebunden	*** NH ₃ wird seit 2006 erhoben	** Sb, Cu und Sn werden seit 2000 erhoben

Tabelle 2-1: erfasste Schadstoffe

2.2 Erfassungszeitraum

Die Emissionsinventur wurde für das Bilanzjahr 2013 erstellt. Um den Verlauf der Emissionsentwicklung zu veranschaulichen, wurde ein Beobachtungszeitraum von 2008 bis einschließlich 2013 gewählt.

2.3 Erfasste Anlagen

Es wurden folgende neun Anlagen der österreichischen Zementindustrie mit Ofenbetrieb erfaßt:

- Zementwerk Leube GmbH (Gartenau / Salzburg),
- Zementwerk Hatschek GmbH (Gmunden),
- Kirchdorfer Zementwerk Hofmann Ges.m.b.H. (Kirchdorf / Krems),
- Lafarge Zementwerke GmbH (Betriebsstandort: Mannersdorf),
- Lafarge Zementwerke GmbH (Betriebsstandort: Retznei),
- Schretter & Cie GmbH & Co KG (Vils),
- w&p Zement GmbH (Peggau),
- w&p Zement GmbH (Wiietersdorf),
- Wopfinger Baustoffindustrie GmbH (Waldegg).

3 Ergebnisse, numerische und graphische Darstellungen

Die in dieser Studie ausgewiesenen Daten sind kollektivierte Werte, welche für die Gesamtheit der österreichischen Zementindustrie gelten. Die kollektivierten Werte sind nicht geeignet auf einzelne österreichische Zementwerke und deren spezifische Daten umgelegt zu werden.

I Anlagendaten																			
Anlagenzahl	Österreichweit waren 2013 (2012) 2 (2) Lepolöfen mit 418.000 (418.000), 3 (3) WT-DO mit 1.268.000 (1.268.000) sowie 6 (6) WT-DO + Kalzinator mit 3.400.900 (3.400.900) t/a betriebsbereit.																		
Klinkerkapazität / [t/a]	Mit der 2013 (2012) installierten Gesamtanlagenkapazität von ca. 5.086.900 t/a (ca. 5.086.900 t/a) wurden die unter II angeführten Jahresmengen produziert.																		
II Produktionsdaten		2008			2009			2010			2011			2012			2013		
Rohmehleinsatz	[t/a]	6.326.187			5.376.515			4.854.280			4.947.150			4.942.334			4.858.175		
Klinkerproduktion	[t/a]	3.996.243			3.428.140			3.097.043			3.175.642			3.206.055			3.156.286		
Zementproduktion	[t/a]	5.309.156			4.646.019			4.254.004			4.426.944			4.455.162			4.384.876		
Ofenbetriebsstunden ^{a)}	[h _{OB} /a]	73.729,5			62.475,3			54.787,0			53.139,5			54.270,5			53.857,5		
Rohmehlfaktor	[t _{Rm} /t _{Kl}]	1,583			1,568			1,567			1,558			1,542			1,539		
(korrigierter*) Klinkerfaktor	[t _{kl} /t _z]	0,715*	0,753		0,708*	0,738		0,710*	0,728		0,695*	0,717		0,703*	0,720		0,702*	0,720	
III Konventionelle Energieträger (KET)		2008			2009			2010			2011			2012			2013		
		Hu / [MJ/kg]	[t/a]	[GJ/a]	Hu / [MJ/kg]	[t/a]	[GJ/a]	Hu / [MJ/kg]	[t/a]	[GJ/a]	Hu / [MJ/kg]	[t/a]	[GJ/a]	Hu / [MJ/kg]	[t/a]	[GJ/a]	Hu / [MJ/kg]	[t/a]	[GJ/a]
A) Steinkohle		30,20	140.401	4.240.240	30,08	95.913	2.885.234	30,50	55.710	1.699.209	30,28	39.292	1.189.811	30,00	42.210	1.266.287	29,39	34.233	1.006.012
B) Braunkohle		21,97	79.922	1.755.769	21,97	73.590	1.617.040	21,85	68.463	1.496.081	21,37	61.729	1.319.063	21,75	56.770	1.234.974	21,87	49.615	1.085.133
C) Heizöl L (0,2 m% S)		41,70	398	16.617	41,69	388	16.177	41,70	292	12.173	41,70	267	11.146	41,70	311	12.967	41,70	226	9.415
D) Heizöl M (0,6 m% S)			0	0		0	0		0	0		0		0	0			0	0
E) Heizöl S (1,0-3,5 m% S)		40,30	14.392	580.011	40,30	14.523	585.294	40,30	8.178	329.556	40,05	2.640	105.740	40,80	811	33.095	40,30	1.677	67.581
F) Erdgas ^{b)} / [1000m ³ (Vn)/a]; Hu / [MJm ⁻³ (Vn)]		36,00	5.281.973	190.151	36,00	2.578.164	92.814	36,00	4.178.825	150.438	36,00	4.473.472	161.045	36,00	4.543.215	163.556	36,00	2.619.287	94.294
J) Petrolkoks		32,21	17.019	548.175	32,20	13.184	424.573	32,90	20.969	689.780	34,16	35.845	1.224.554	33,79	30.325	1.024.828	30,76	31.465	967.791
G) sonstige (Heizöl EL, Anthrazit)		42,70	296	12.648	42,70	437	18.679	42,70	240	10.234	42,70	281	12.005	42,70	230	9.832	42,70	933	39.824
Summe KET		256.186	7.343.611		199.869	5.639.811		156.822	4.387.470		143.235	4.023.364		133.888	3.745.538		120.011	3.270.051	
IV Ersatzbrennstoffe (EBS)		2008			2009			2010			2011			2012			2013		
		Hu / [MJ/kg]	[t/a]	[GJ/a]	Hu / [MJ/kg]	[t/a]	[GJ/a]	Hu / [MJ/kg]	[t/a]	[GJ/a]	Hu / [MJ/kg]	[t/a]	[GJ/a]	Hu / [MJ/kg]	[t/a]	[GJ/a]	Hu / [MJ/kg]	[t/a]	[GJ/a]
H) Altreifen		26,58	30.645	814.651	26,65	26.851	715.639	26,49	27.088	717.609	27,13	33.967	921.605	27,15	37.305	1.012.954	28,63	40.245	1.152.389
I) Kunststoffabfälle		21,77	200.461	4.363.631	23,47	191.829	4.503.159	22,52	203.211	4.576.023	20,51	233.317	4.784.866	19,53	273.733	5.346.966	19,16	277.909	5.325.577
K) Altöl		35,00	22.200	776.996	34,39	14.918	512.997	33,95	11.446	388.654	35,16	9.625	338.405	32,36	6.670	215.851	34,76	5.935	206.304
L) Lösungsmittel		23,61	13.698	323.406	25,06	12.898	323.247	24,61	11.351	279.344	24,13	14.959	360.964	24,09	16.420	395.618	22,48	17.370	390.480
M) landwirtschaftliche Rückstände		15,91	6.422	102.161	15,47	7.900	122.191	16,54	4.598	76.041	16,91	4.466	75.520	16,90	5.654	95.540	16,91	3.548	59.995
N) Papierfaserreststoff ⁽²⁾		4,92	39.312	193.403	4,61	45.930	211.648	4,58	37.872	173.430	4,90	34.604	169.440	4,56	36.800	167.745	4,72	46.967	221.844
O) sonstige		14,00	74.501	1.043.348	13,34	81.906	1.092.756	14,58	81.514	1.188.245	13,94	66.532	927.127	10,98	79.676	874.722	13,15	91.720	1.205.806
Summe EBS		387.238	7.617.596		382.231	7.481.638		377.081	7.399.346		397.470	7.577.927		456.259	8.109.396		483.694	8.562.395	
V Thermischer Energieeinsatz***		2008			2009			2010			2011			2012			2013		
a) Σ Energieeinsatz KET	[GJ/h _{OB}]	99,6			90,3			80,1			75,7			69,0			60,7		
b) Σ Energieeinsatz EBS	[GJ/h _{OB}]	103,3			119,8			135,1			142,6			149,4			159,0		
Summe a) u. b)	[GJ/h _{OB}]	202,9			210,0			215,1			218,3			218,4			219,7		
EBS-Anteil an (III+IV)	[%]	50,92			57,02			62,78			65,32			68,41			72,36		
spez. therm. Energieeinsatz	[GJ/t _{Klinker}]	3,744			3,828			3,806			3,653			3,698			3,749		
VI Sekundärrohstoffe (SRS)		2008			2009			2010			2011			2012			2013		
diverse Schlacken **	[t/a]	45.676			49.603			41.984			33.222			43.993			30.223		
Gießereisand	[t/a]	20.730			11.262			16.581			17.407			24.776			25.770		
Summe SRS / sonstige SRS	[t/a]	424.801	358.396		393.671	332.806		462.670	404.105		453.374	402.745		620.606	551.836		663.189	607.196	

3.1 Produktionsstatistik

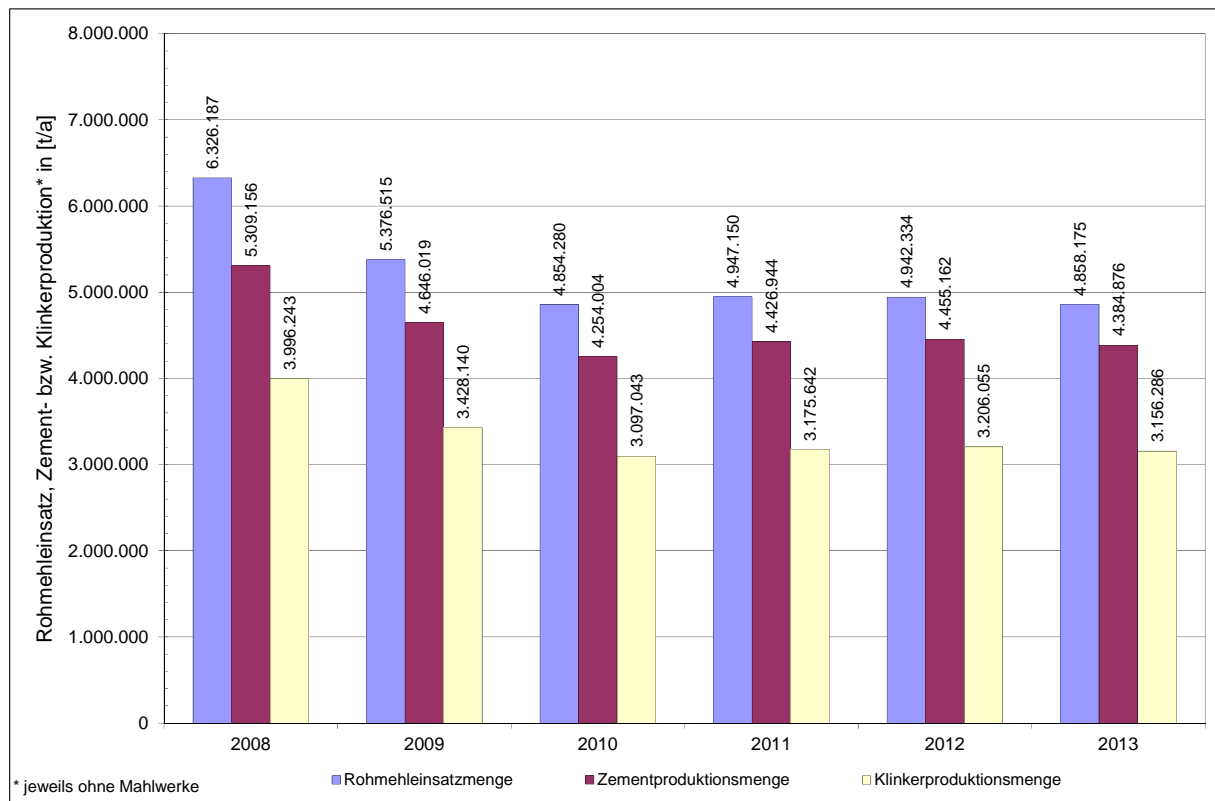


Abbildung 3-1: Rohmehleinsatzmenge, Klinkerproduktionsmenge und Zementproduktionsmenge der österreichischen Zementindustrie im Beobachtungszeitraum 2008 bis 2013 (ohne Mahlwerke)



Abbildung 3-2: Klinkerfaktor und Rohmehlfaktor im Beobachtungszeitraum 2008 bis 2013

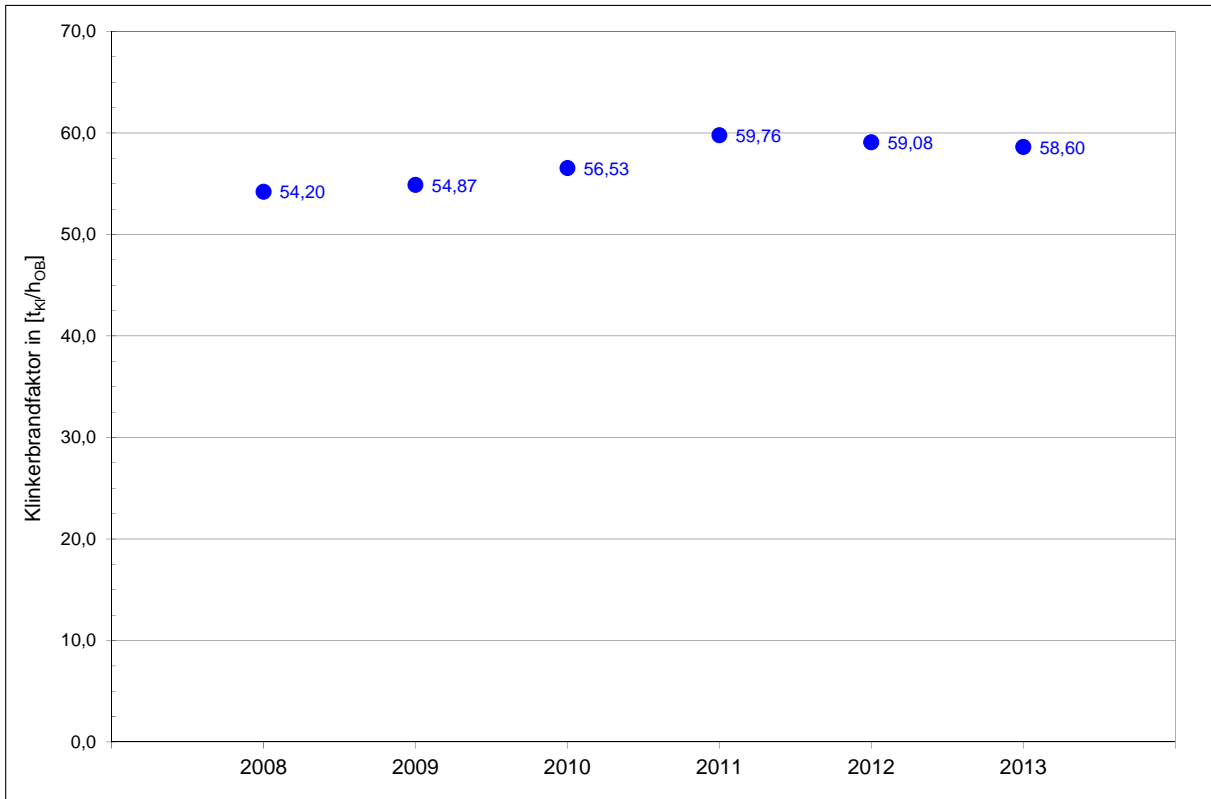


Abbildung 3-3: Entwicklung des Klinkerbrandfaktors / [t_{kl}/h_{ob}] in den Anlagen der österreichischen Zementindustrie im Beobachtungszeitraum 2008 bis 2013

3.2 Brennstoffstatistik

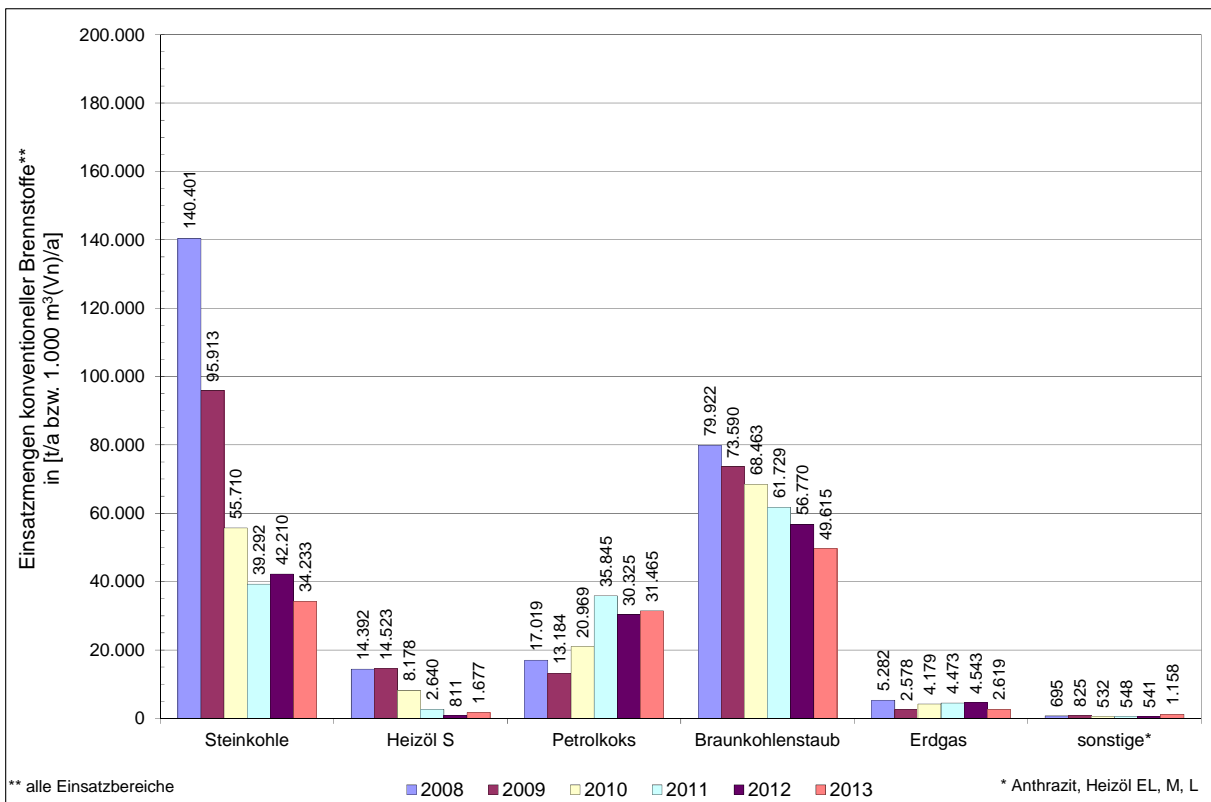


Abbildung 3-4: Einsatzmengen konventioneller Brennstoffe in der österreichischen Zementindustrie im Beobachtungszeitraum 2008 bis 2013

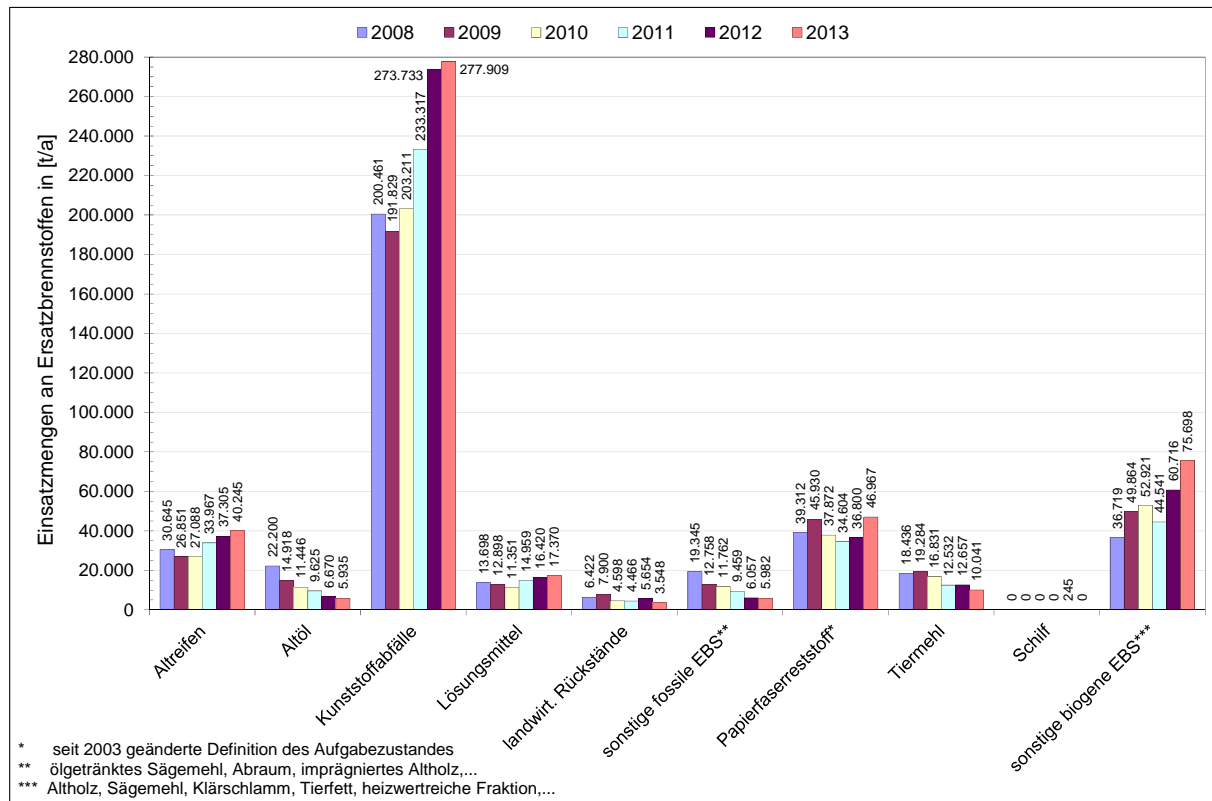


Abbildung 3-5: Einsatzmengen von Ersatzbrennstoffen (EBS) in Anlagen der österreichischen Zementindustrie im Beobachtungszeitraum 2008 bis 2013

3.3 Energiestatistik

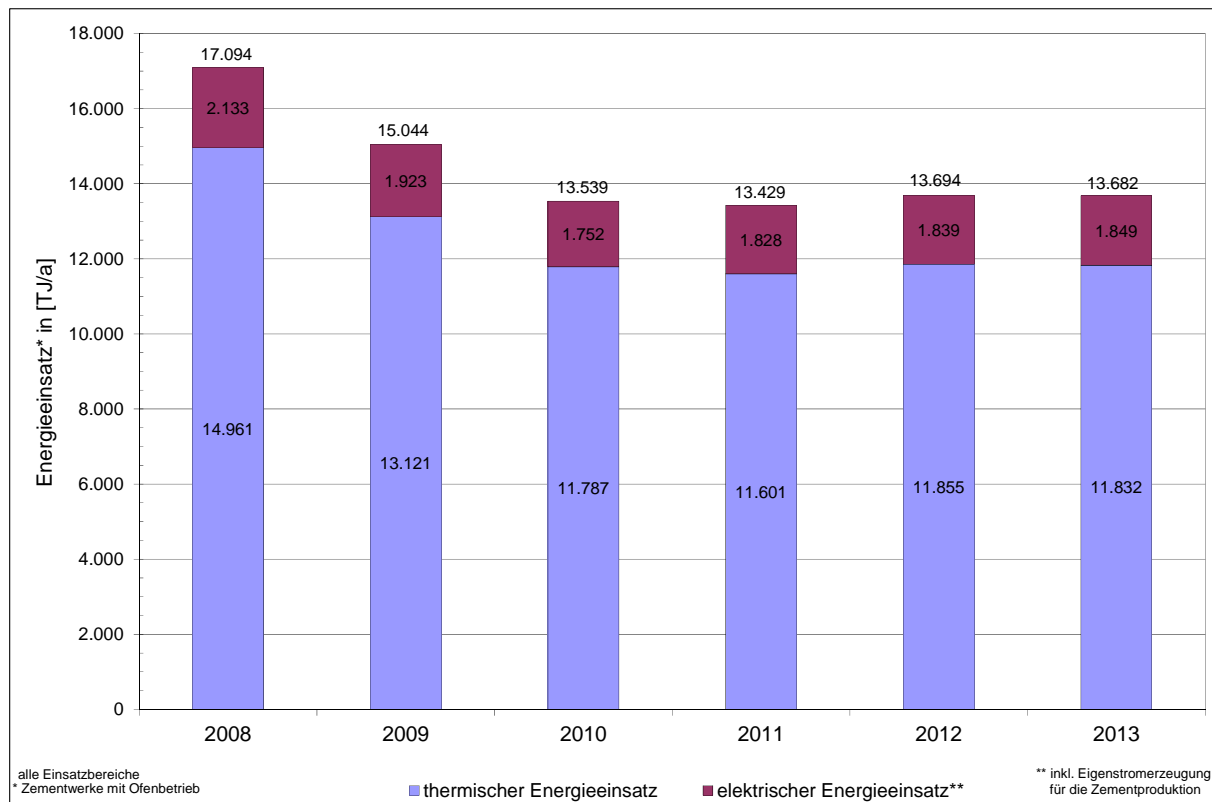


Abbildung 3-6: Entwicklung des thermischen und elektrischen Energieeinsatzes in österreichischen Zementwerken mit eigener Klinkererzeugung im Beobachtungszeitraum 2008 bis 2013

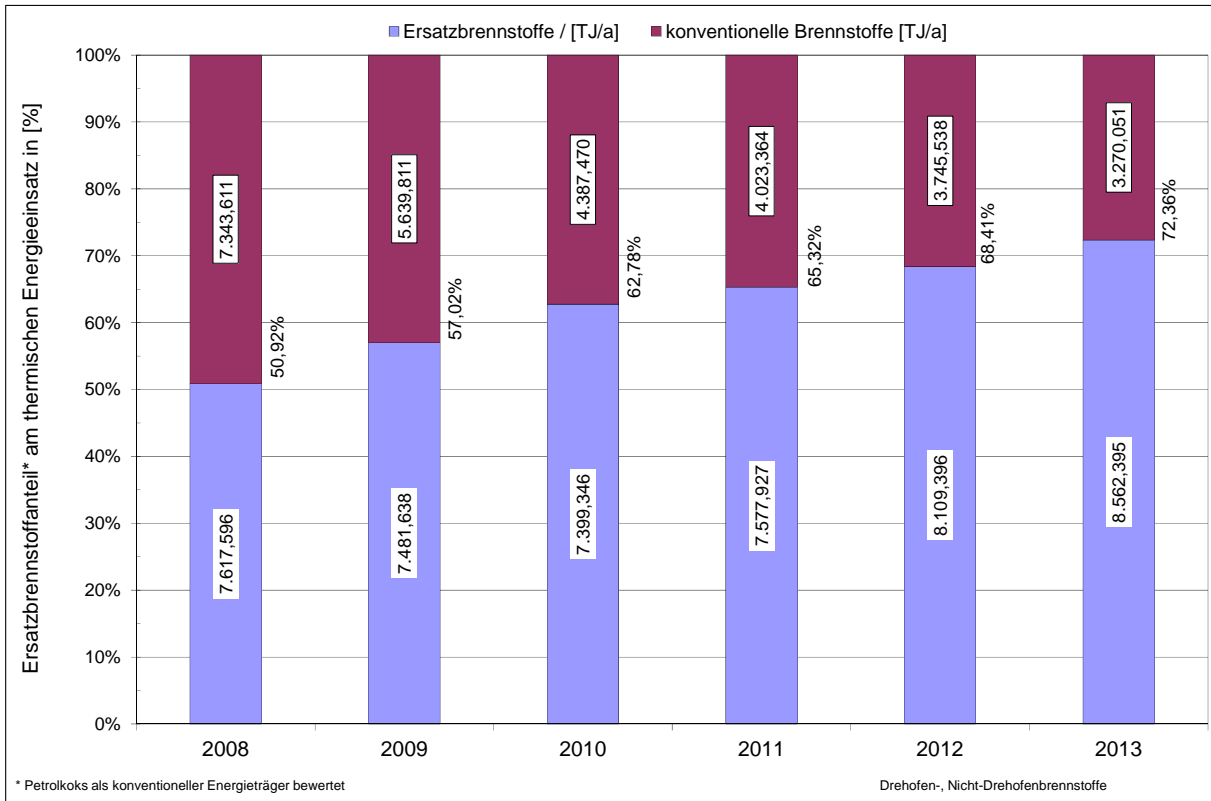


Abbildung 3-7: Ersatzbrennstoffenergieanteil am thermischen Energieeinsatz (Substitutionsgrad) in Anlagen der österreichischen Zementindustrie für den Beobachtungszeitraum 2008 bis 2013

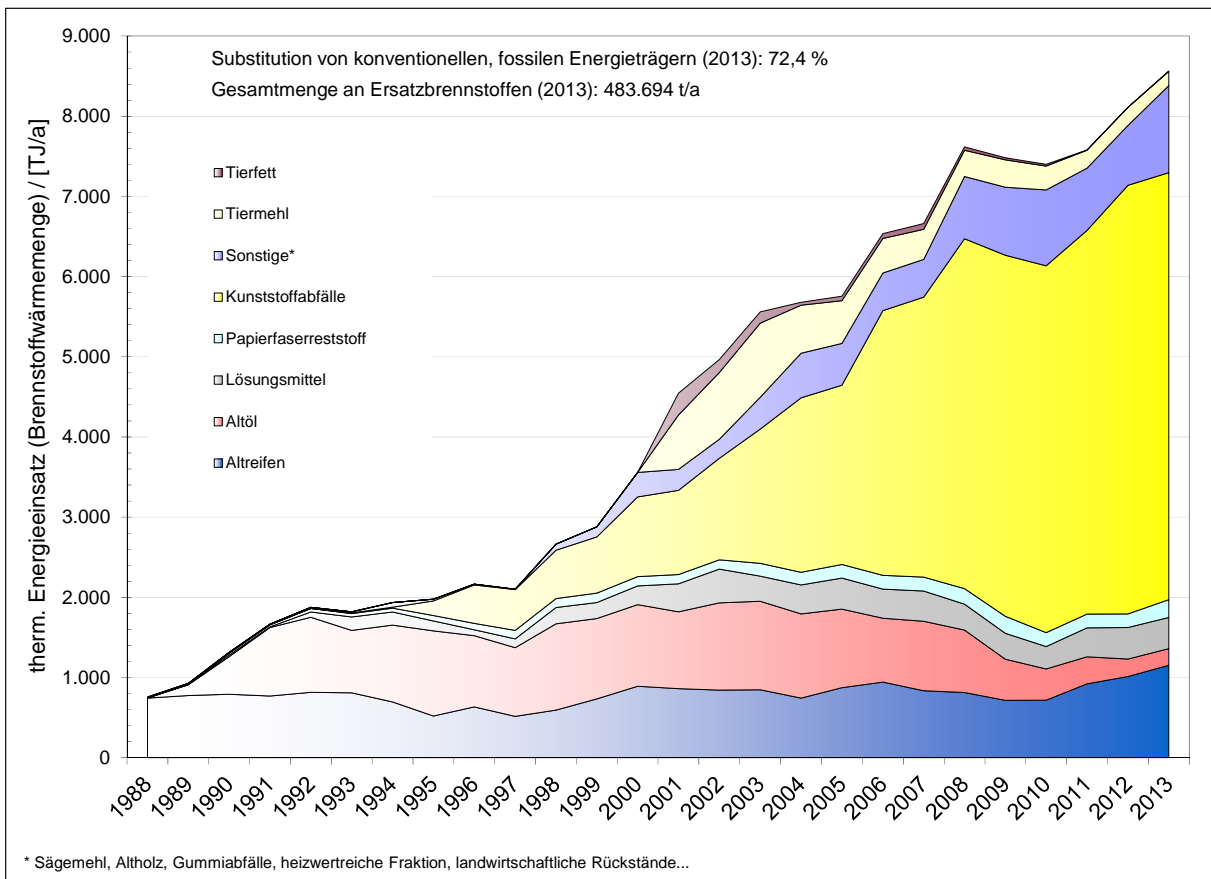


Abbildung 3-8: Brennstoffwärmemengen aus der Verfeuerung von Ersatzbrennstoffen in Anlagen der österreichischen Zementindustrie (ohne Mahlwerke) im Beobachtungszeitraum 1988 bis 2013

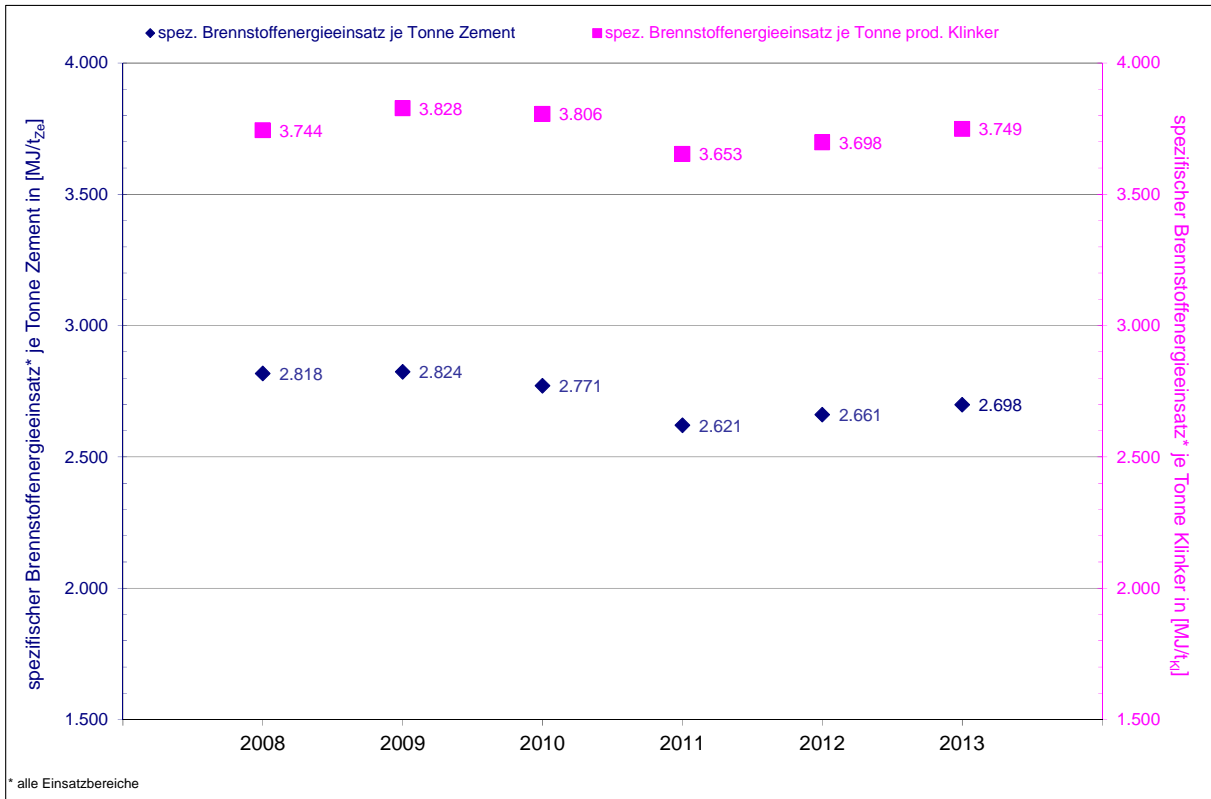


Abbildung 3-9: auf die Tonne Zement bzw. auf die Tonne Klinker bezogener spezifischer Brennstoffenergieeinsatz in Anlagen der österreichischen Zementindustrie für den Beobachtungszeitraum 2008 bis 2013

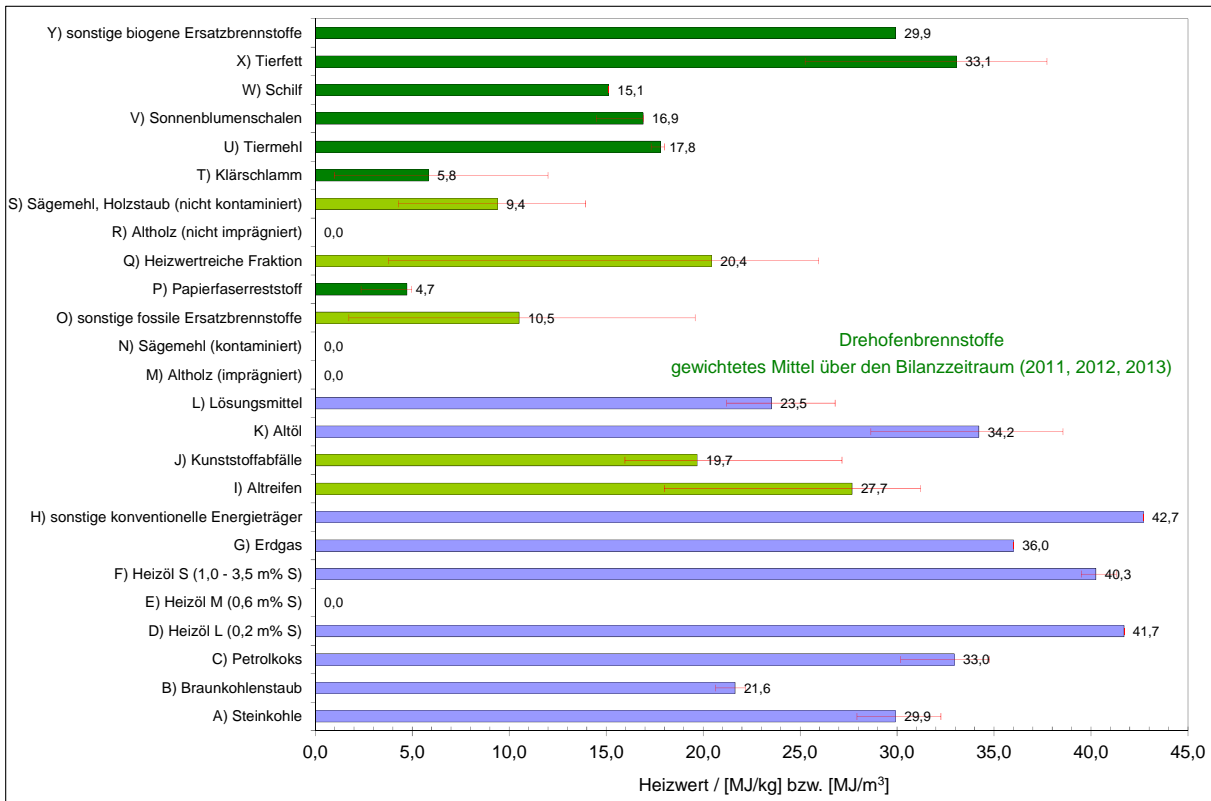


Abbildung 3-10: über den Bilanzzeitraum 2011, 2012 und 2013 mengengewichtete Mittelwerte von Heizwerten unterschiedlicher Drehofenbrennstoffe (im Einsatzzustand) mit werkspezifischen Minimal- und Maximalwerten

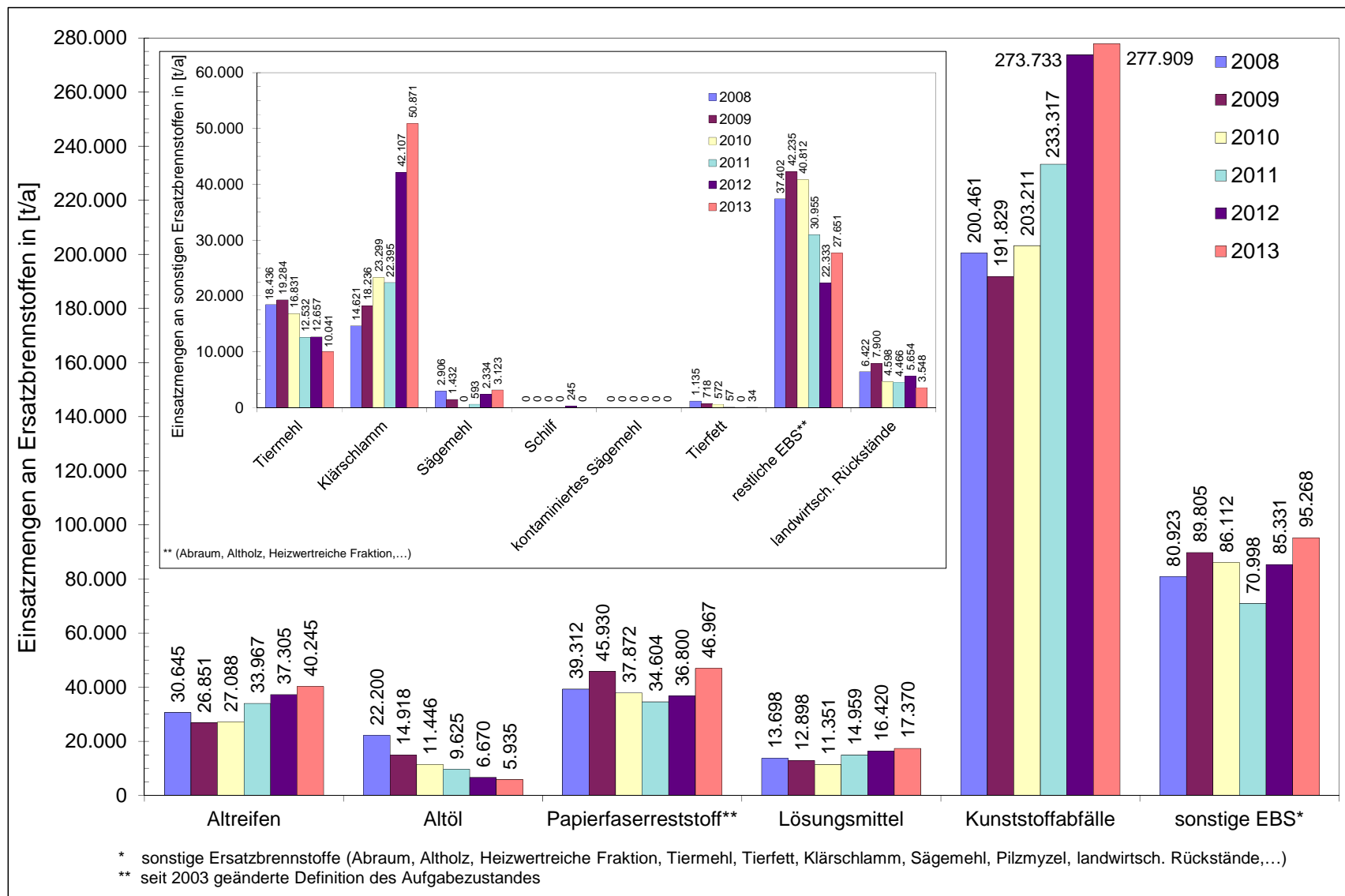


Abbildung 3-11: Einsatzmengen von Ersatzbrennstoffen (EBS) in Anlagen der österreichischen Zementindustrie von 2008 bis 2013

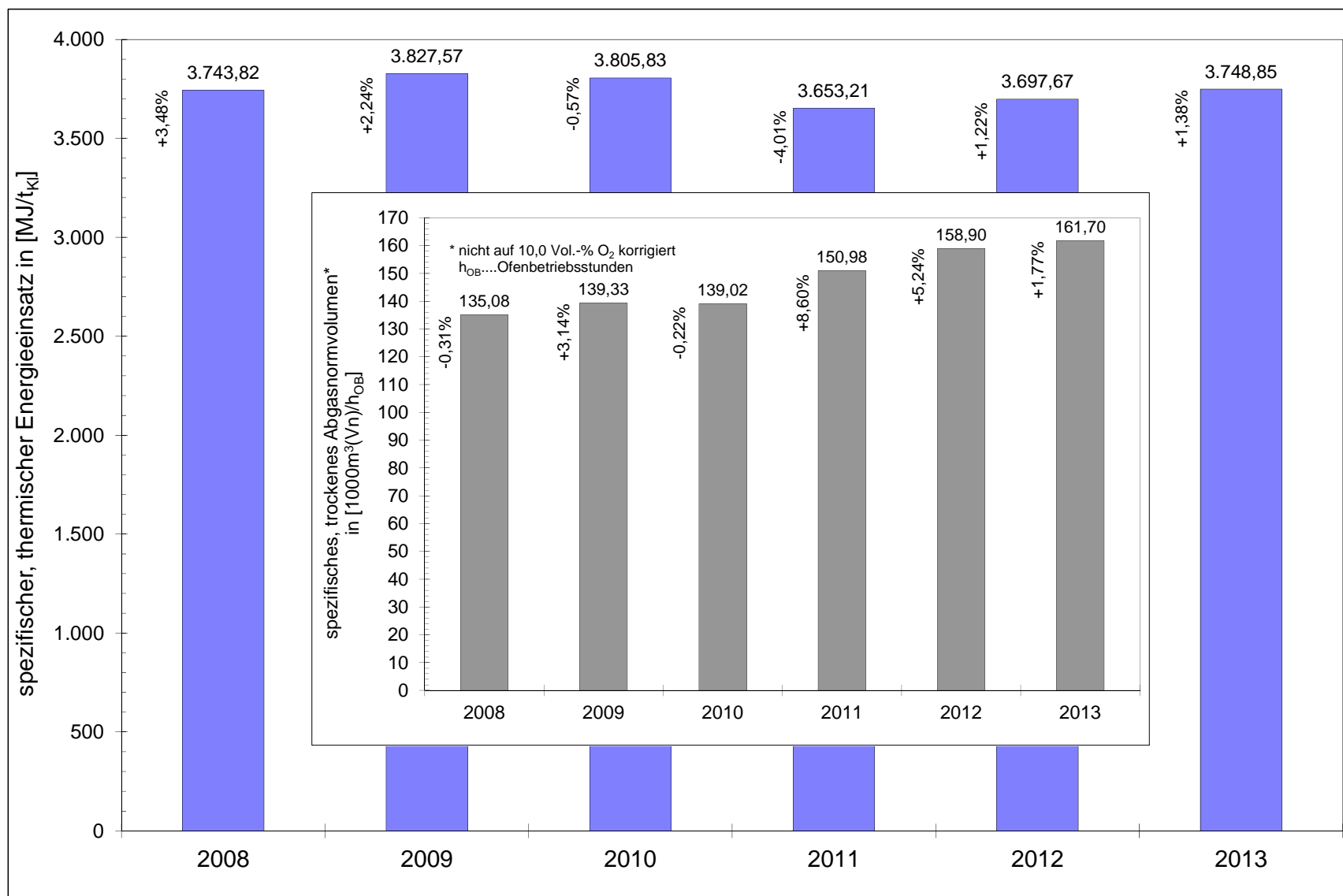


Abbildung 3-12: Entwicklung des spezifischen Energieeinsatzes (exklusive elektrischer Energieeinsatz) und Darstellung des spezifischen, trockenen Gesamtgasnormvolumens (nicht auf 10,0 Vol.-% O₂ bezogen) in österreichischen Zementwerken mit eigener Klinkererzeugung jeweils für den Zeitraum 2008 bis 2013

3.4 Rohstoff- und Zumahlstoffstatistik

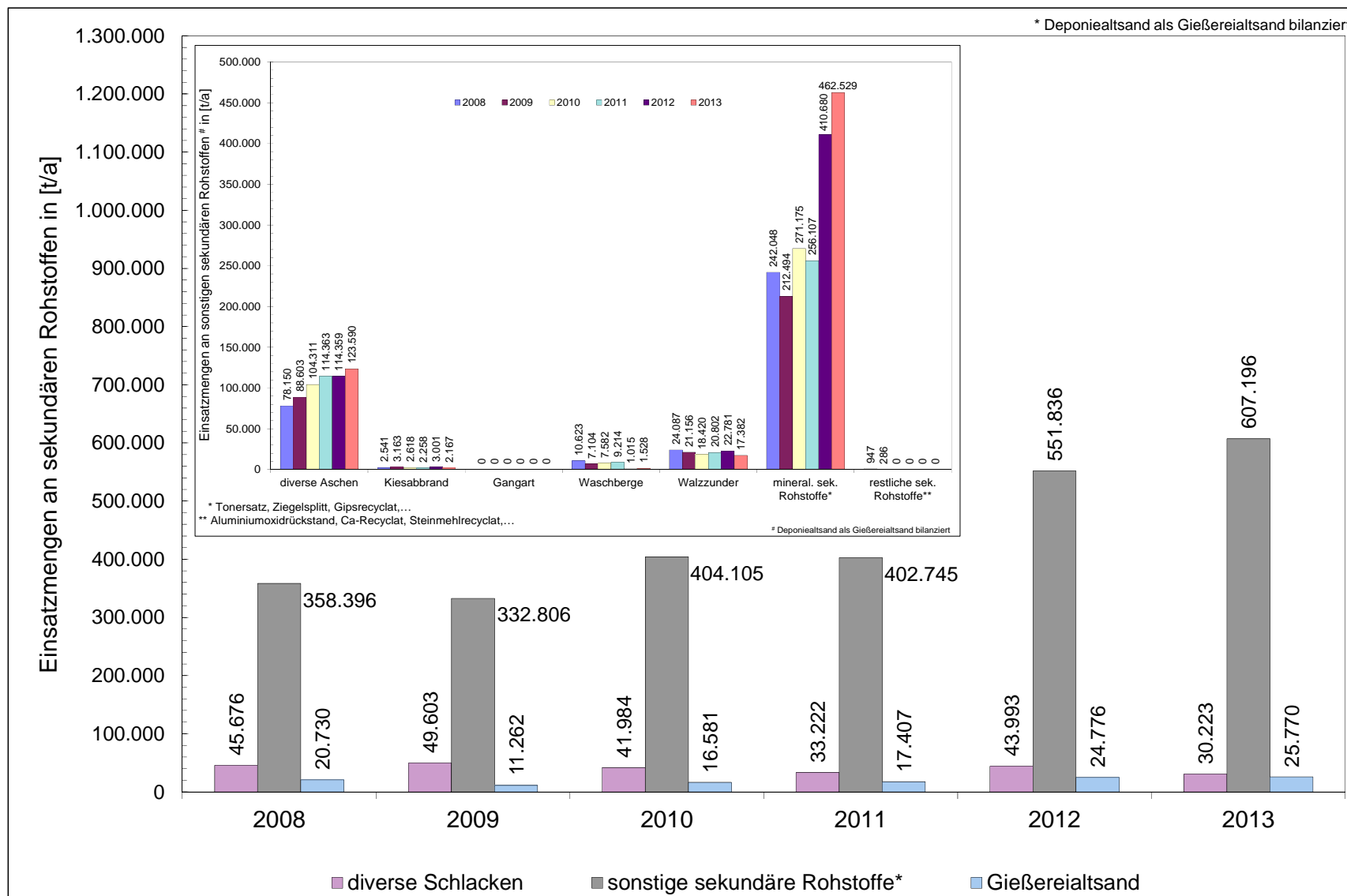


Abbildung 3-13: Einsatzmengen sekundärer Rohstoffe in Anlagen der österreichischen Zementindustrie (ohne Mahlwerke) im Zeitraum von 2008 bis 2013

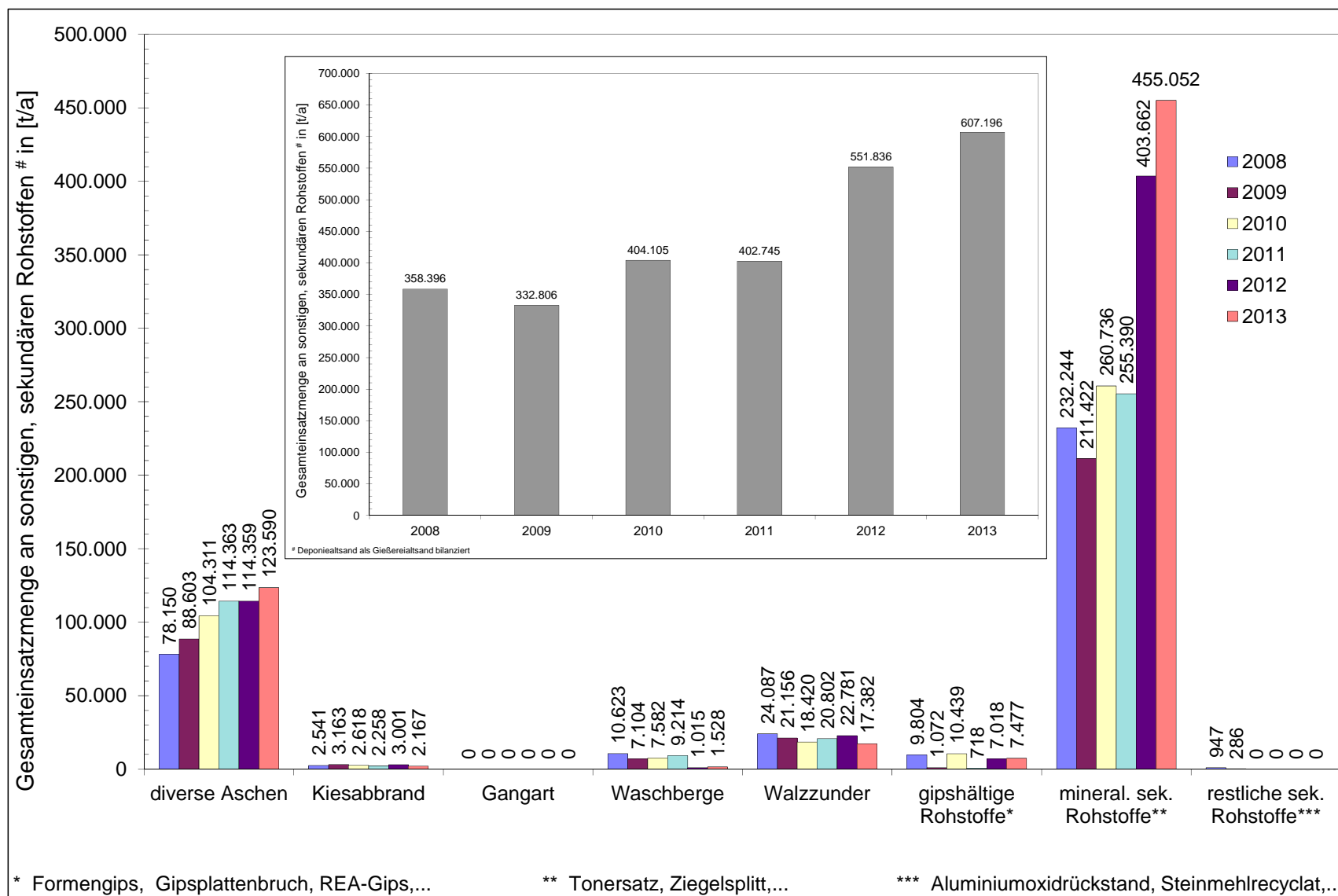


Abbildung 3-14: Spezifizierung der im Zeitraum von 2008 bis 2013 in Anlagen der österreichischen Zementindustrie (ohne Mahlwerke) verwendeten sonstigen sekundären Rohstoffmassenströme

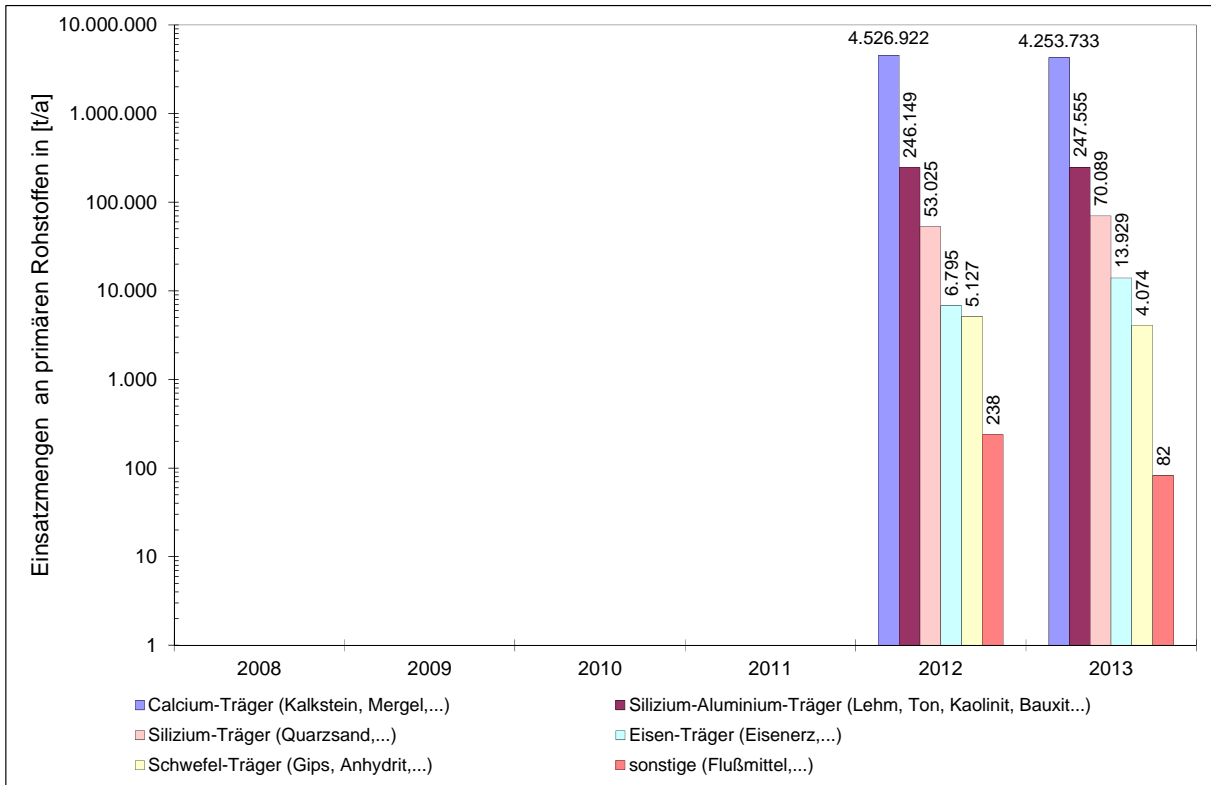


Abbildung 3-15: Einsatzmengen primärer Rohstoffe in Anlagen der österreichischen Zementindustrie in den Bilanzjahren 2012 und 2013 (ohne Mahlwerke, seit 2012 erhoben)

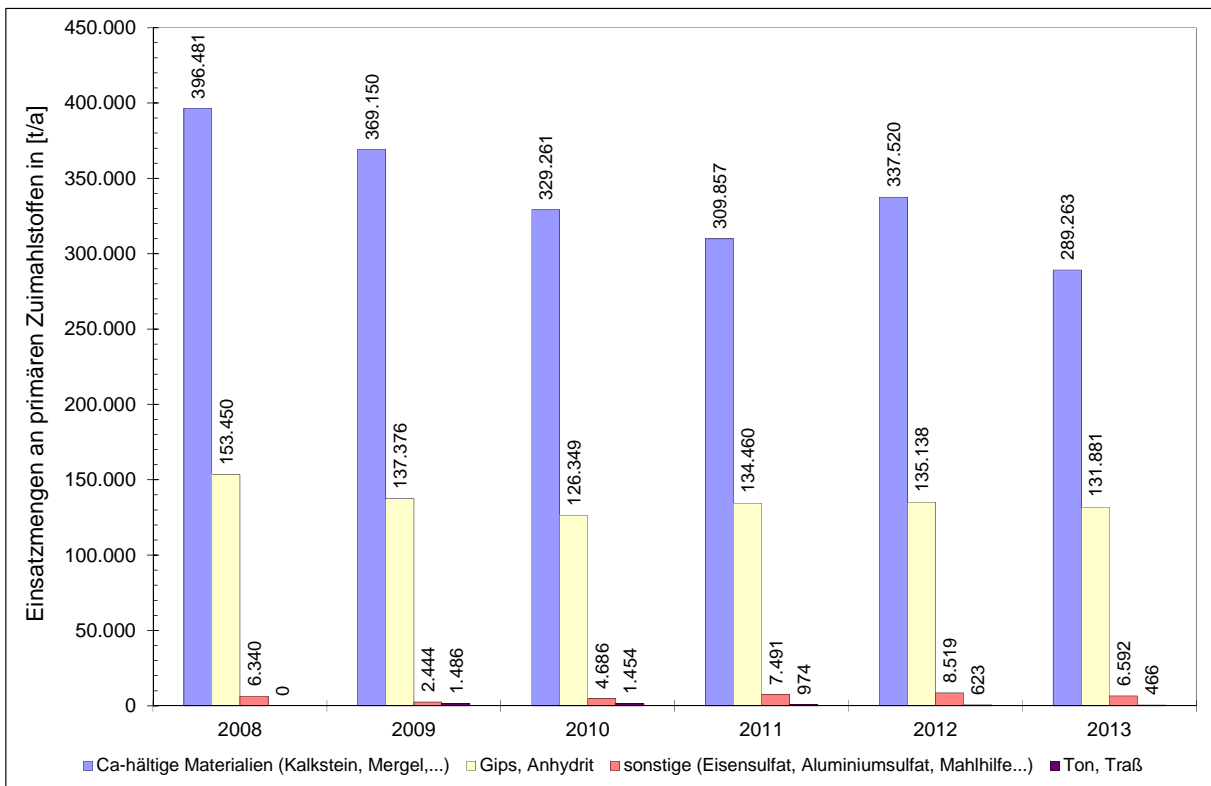


Abbildung 3-16: Einsatzmengen primärer Zusatzstoffe in Anlagen der österreichischen Zementindustrie von 2008 bis 2013 (ohne Mahlwerke)

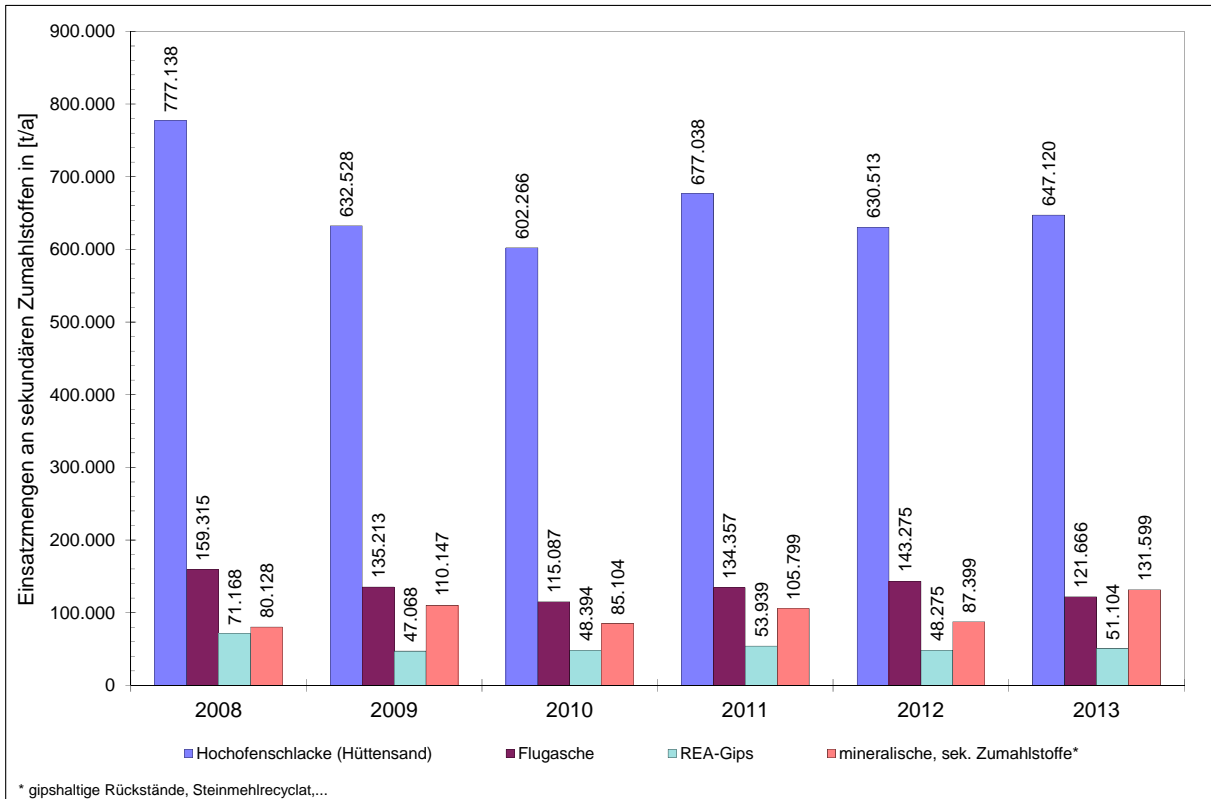


Abbildung 3-17: Einsatzmengen sek. Zumahlstoffe in der österreichischen Zementindustrie (2008 - 2013, ohne Mahlwerke)

3.5 Emissionsstatistik

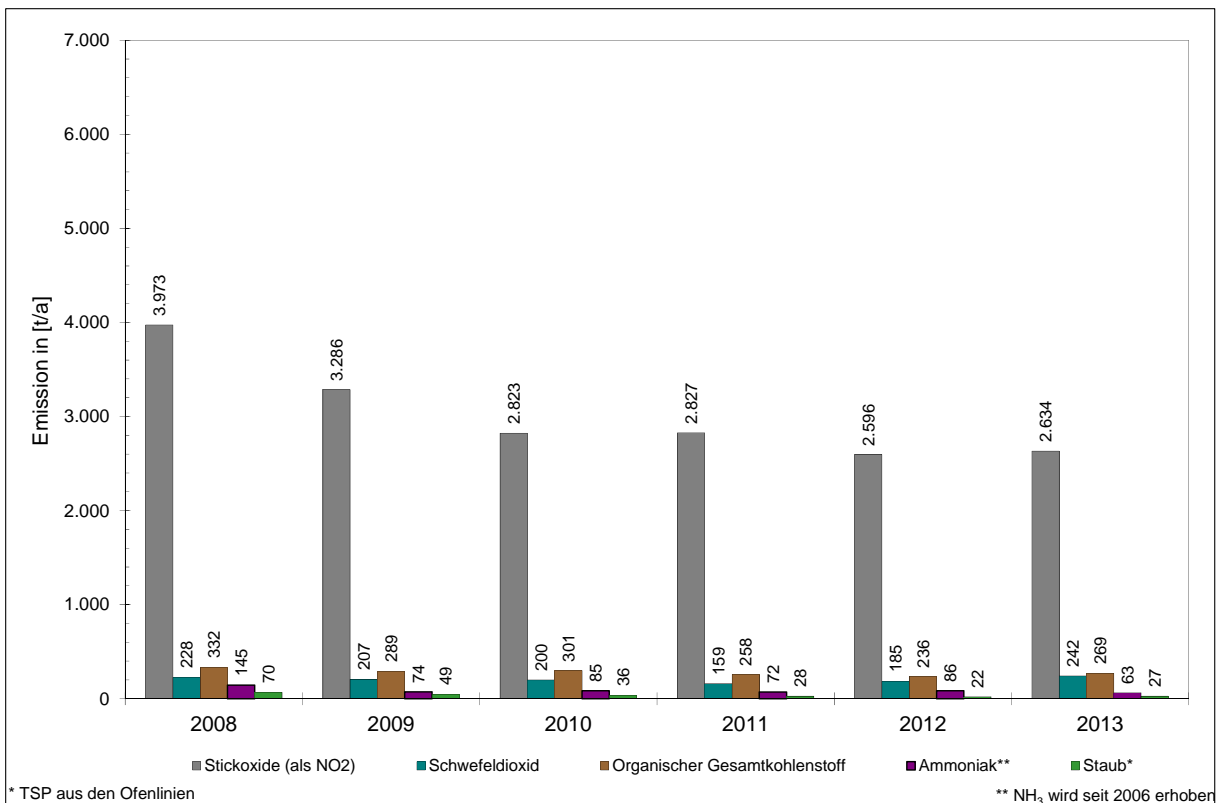


Abbildung 3-18: jährliche Emissionen an Stickstoffoxiden (als NO₂), an Schwefeldioxid, an organischem Gesamtkohlenstoff, an Ammoniak und an Staub (TSP aus Ofenlinien) aus Anlagen der österreichischen Zementindustrie (ohne Mahlwerke) im Zeitraum von 2008 bis 2013

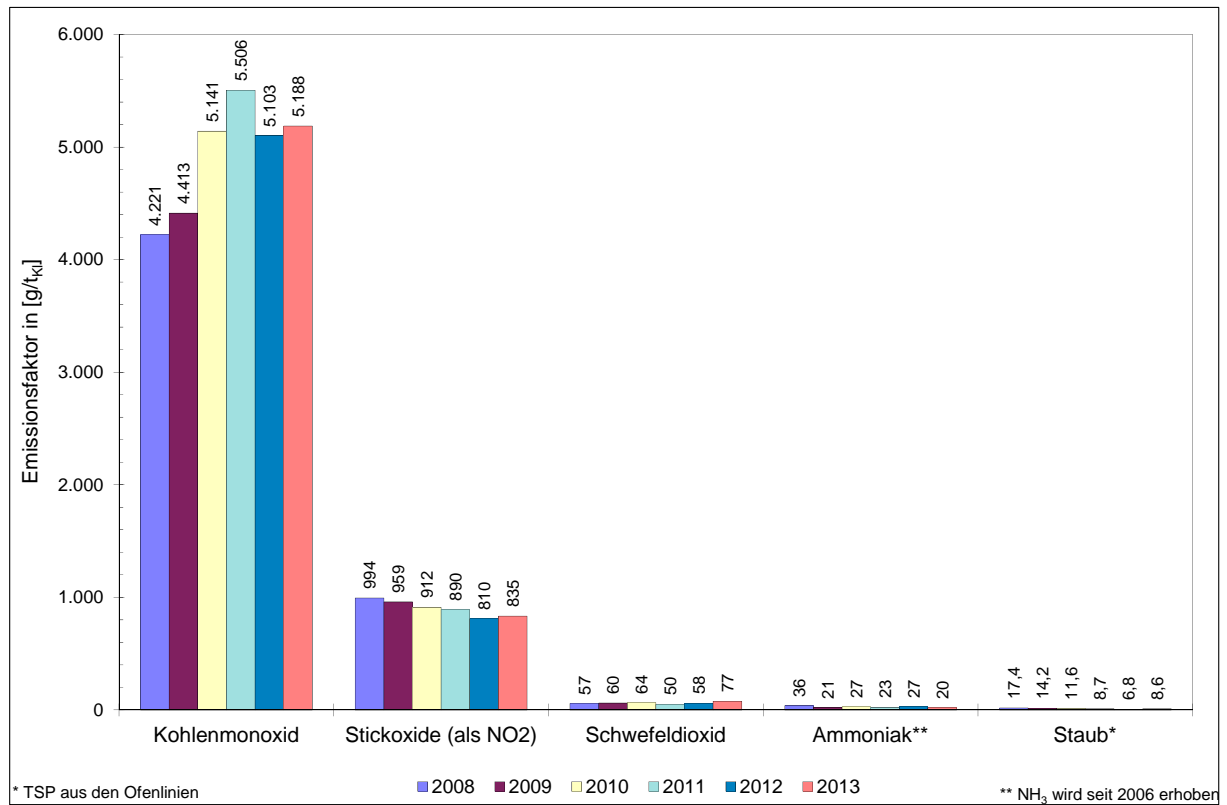


Abbildung 3-19: zeitlicher Verlauf der jährlichen, spezifischen Emissionsmassenströme (Emissionsfaktoren) für Kohlenmonoxid, für Stickstoffoxide (als NO₂), für Schwefeldioxid, für Ammoniak und für Staub (TSP aus Ofenlinien), jeweils bezogen auf 1 t Klinker (2008 - 2013, ohne Mahlwerke)

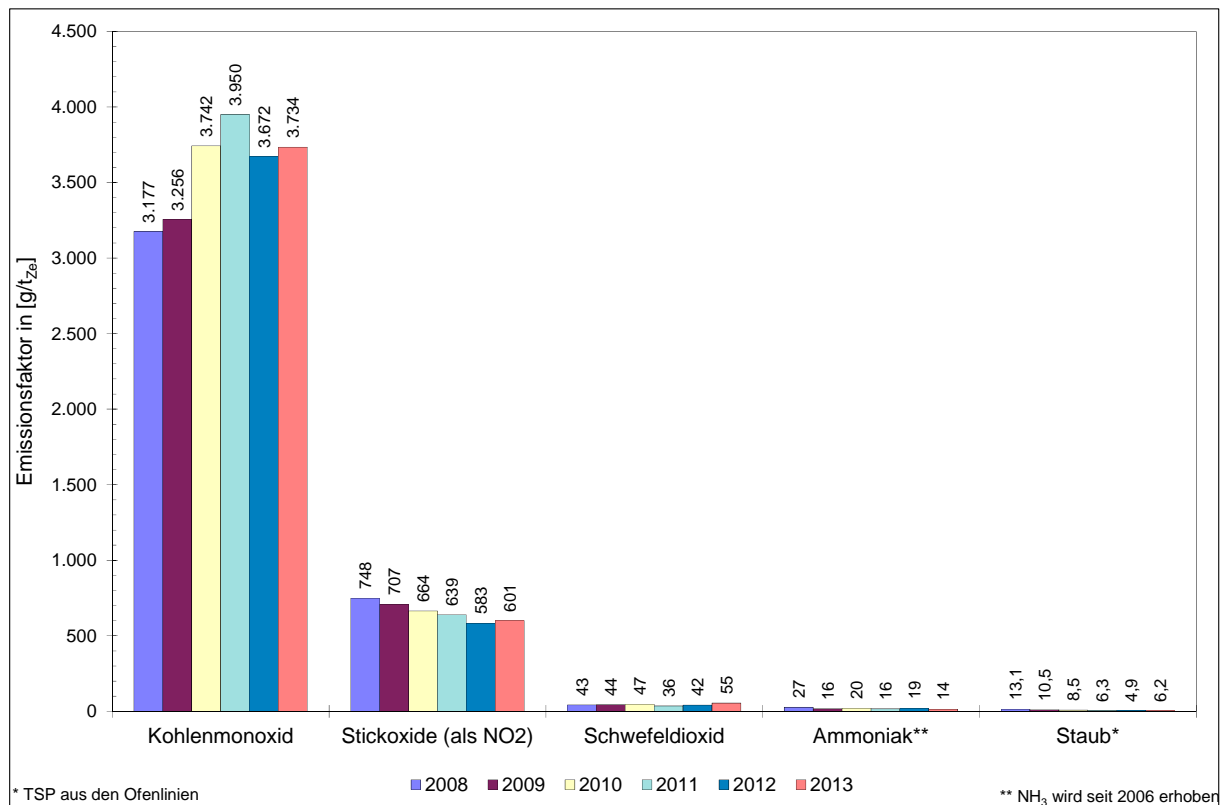


Abbildung 3-20: zeitlicher Verlauf der jährlichen, spezifischen Emissionsmassenströme (Emissionsfaktoren) für Kohlenmonoxid, für Stickstoffoxide (als NO₂), für Schwefeldioxid, für Ammoniak und für Staub (TSP aus Ofenlinien), jeweils bezogen auf 1 t Zement (2008 - 2013, ohne Mahlwerke)

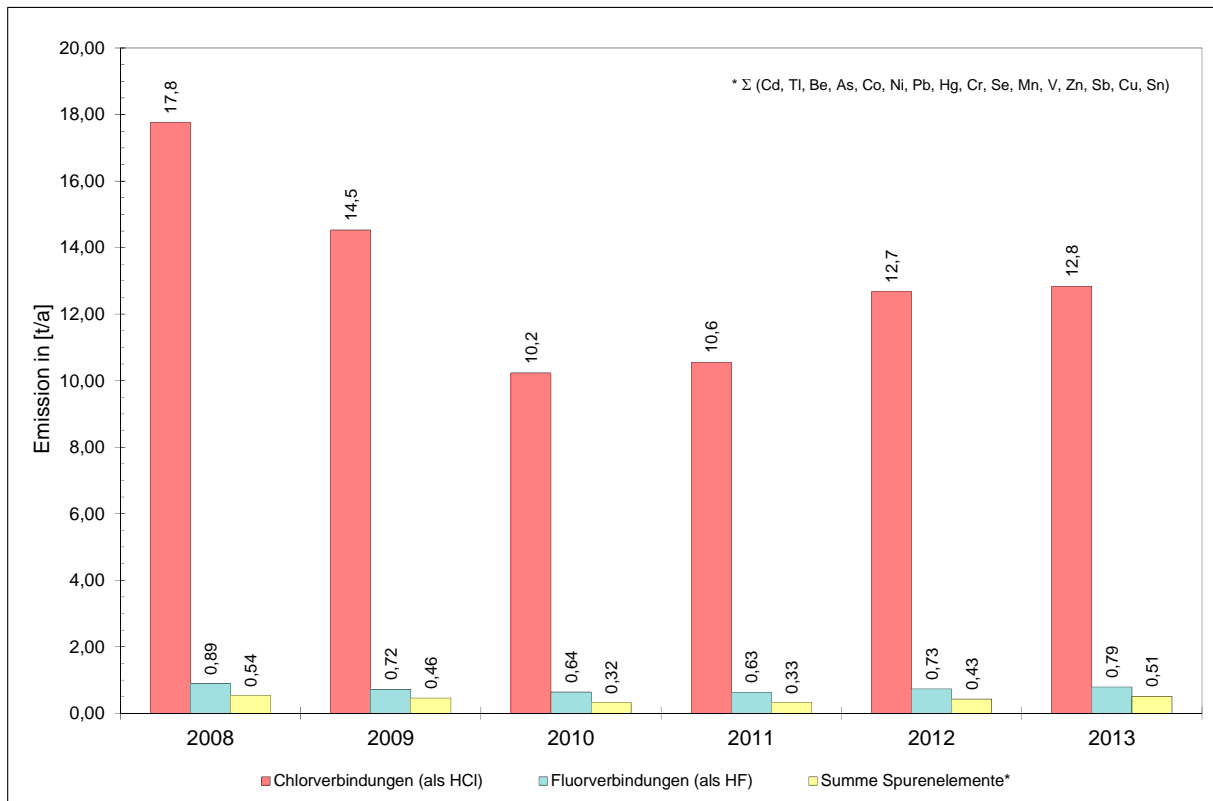


Abbildung 3-21: zeitliche Entwicklung der jährlichen Emissionen an chlor- und fluorhaltigen Verbindungen (ausgewiesen als HCl bzw. HF) sowie der jährlichen Gesamtemissionen an Spurenelementen jeweils für den Zeitraum 2008 bis 2013 (ohne Mahlwerke)

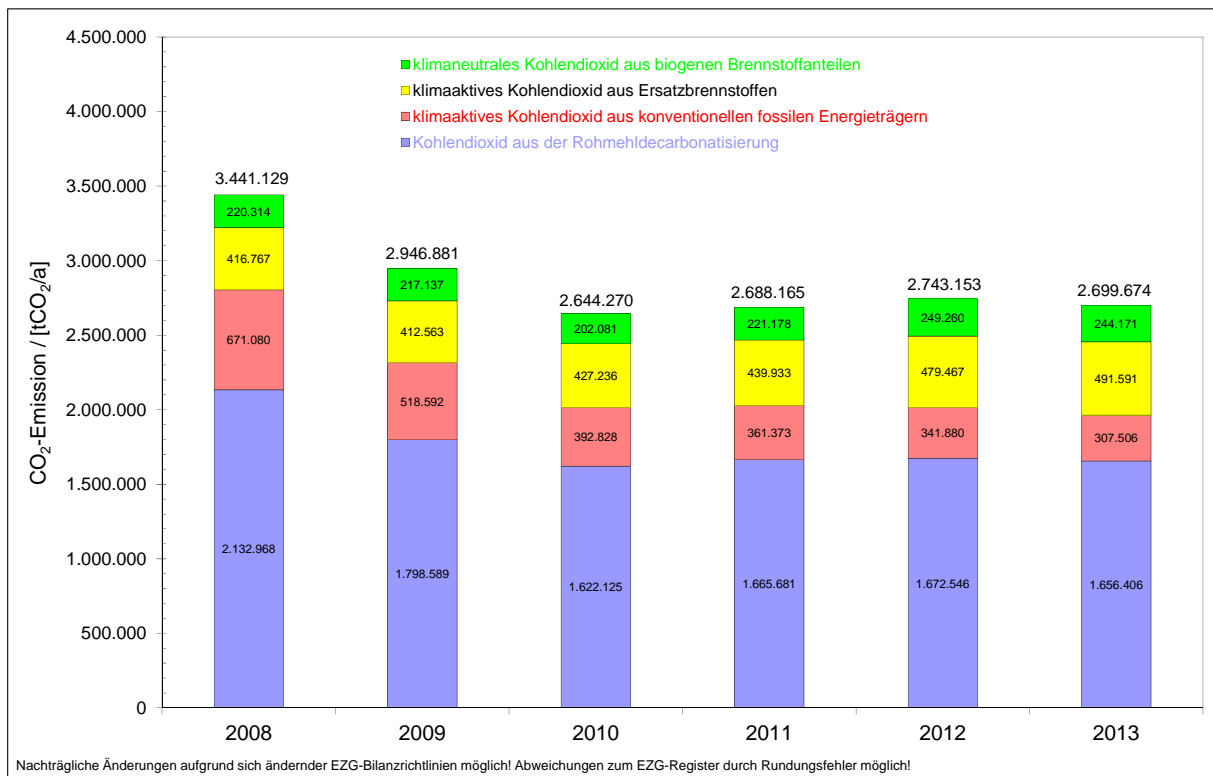


Abbildung 3-22: zeitliche Entwicklung der jährlichen Emissionen an Kohlendioxid aus Anlagen der österreichischen Zementindustrie (exklusive Mahlwerke) im Beobachtungszeitraum 2008 bis 2013 (nach EZG)

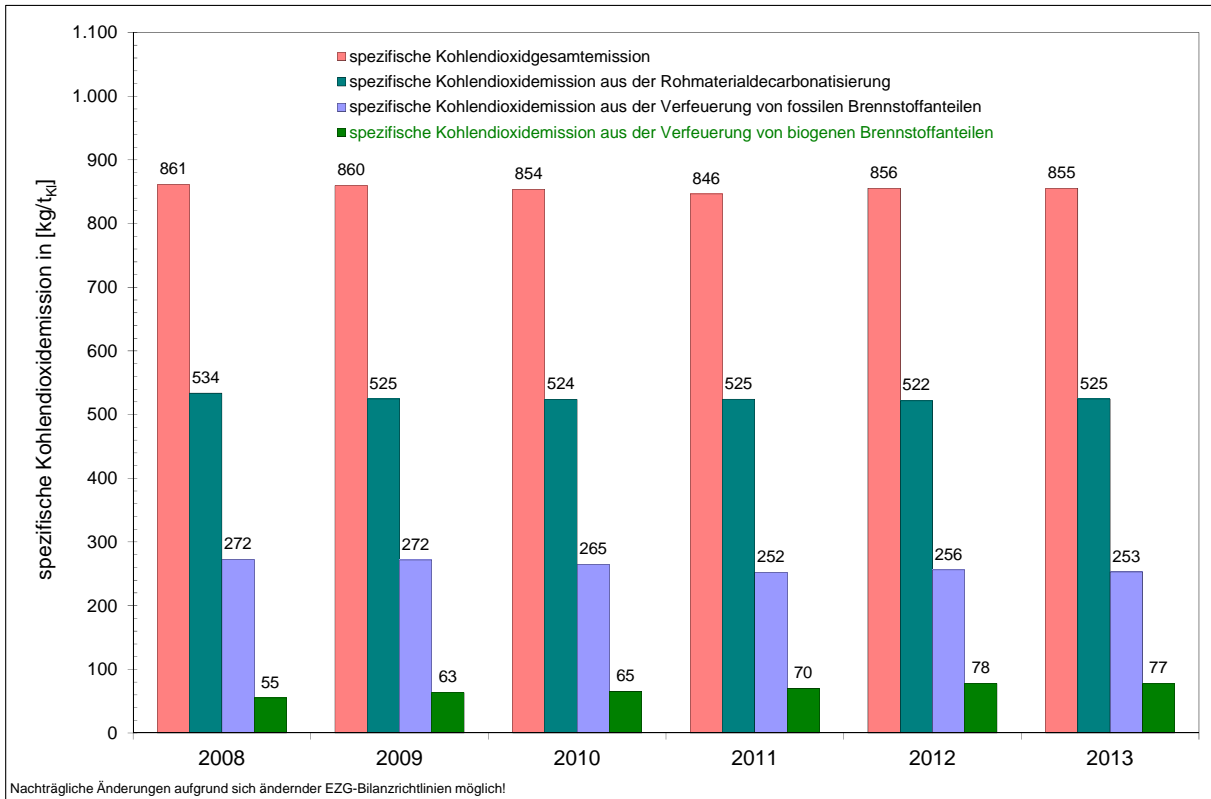


Abbildung 3-23: auf die Tonne Klinker bezogene, spezifische CO₂-Emissionen (mit biogenen CO₂-Emissionen) aus Anlagen der österreichischen Zementindustrie im Beobachtungszeitraum 2008 bis 2013 (nach EZG)

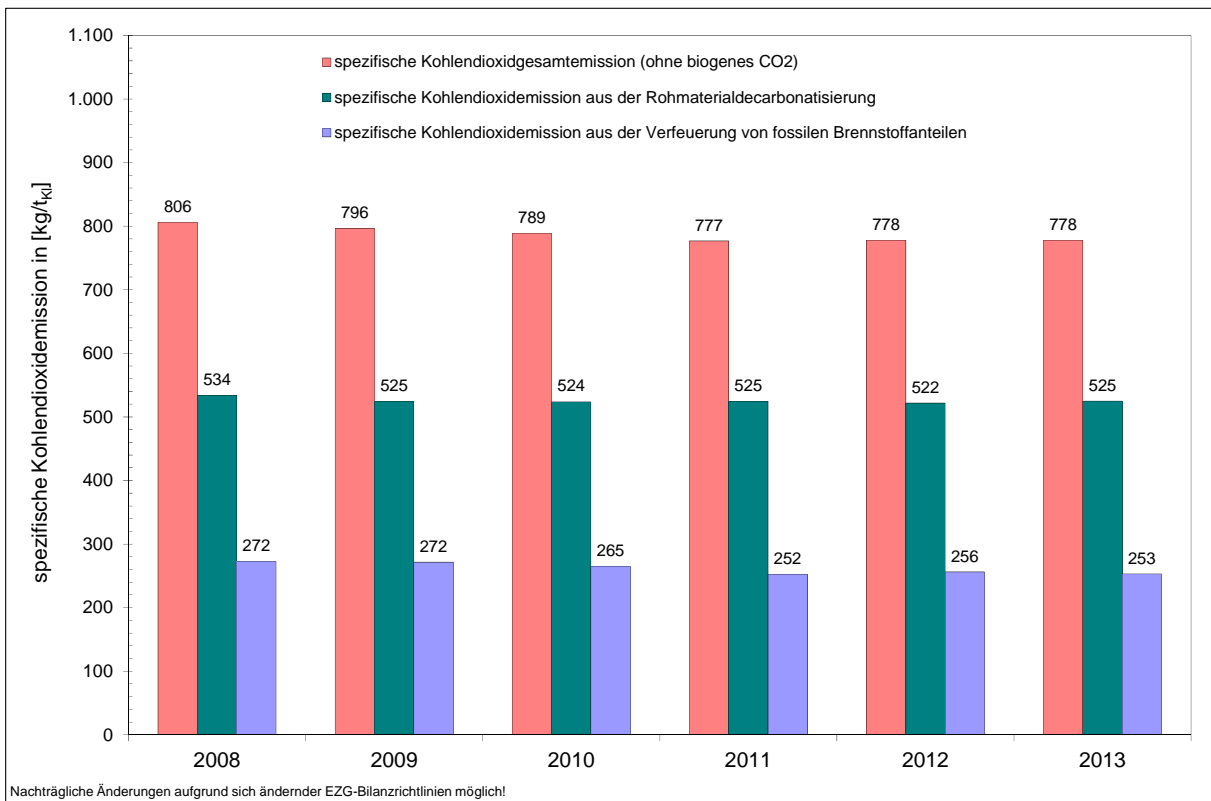


Abbildung 3-24: auf die Tonne Klinker bezogene, spezifische CO₂-Emissionen (ohne biogene CO₂-Emissionen) aus Anlagen der österreichischen Zementindustrie im Beobachtungszeitraum 2008 bis 2013 (nach EZG)

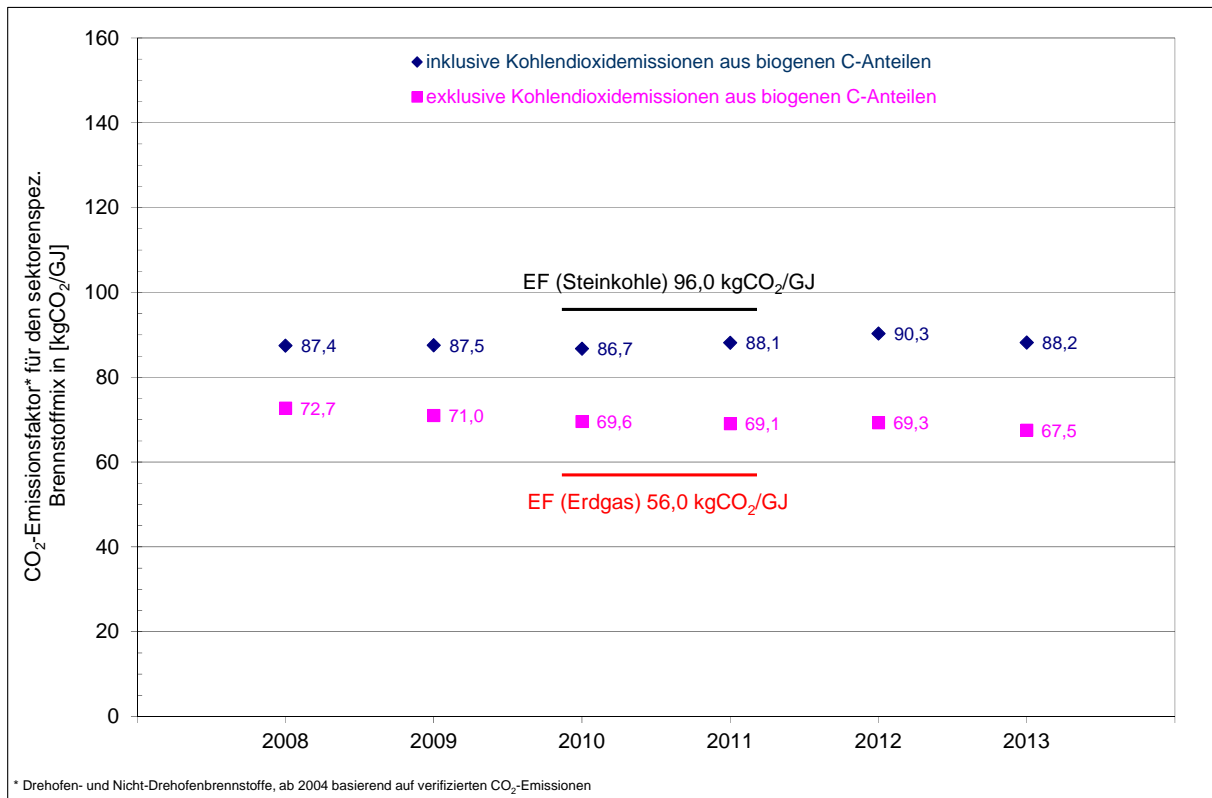


Abbildung 3-25: auf GJ Brennstoffwärmemenge bezogene, relative CO₂-Emissionen (Emissionsfaktor EF) aus Anlagen der österreichischen Zementindustrie im Beobachtungszeitraum 2008 bis 2013 (nach EZG)

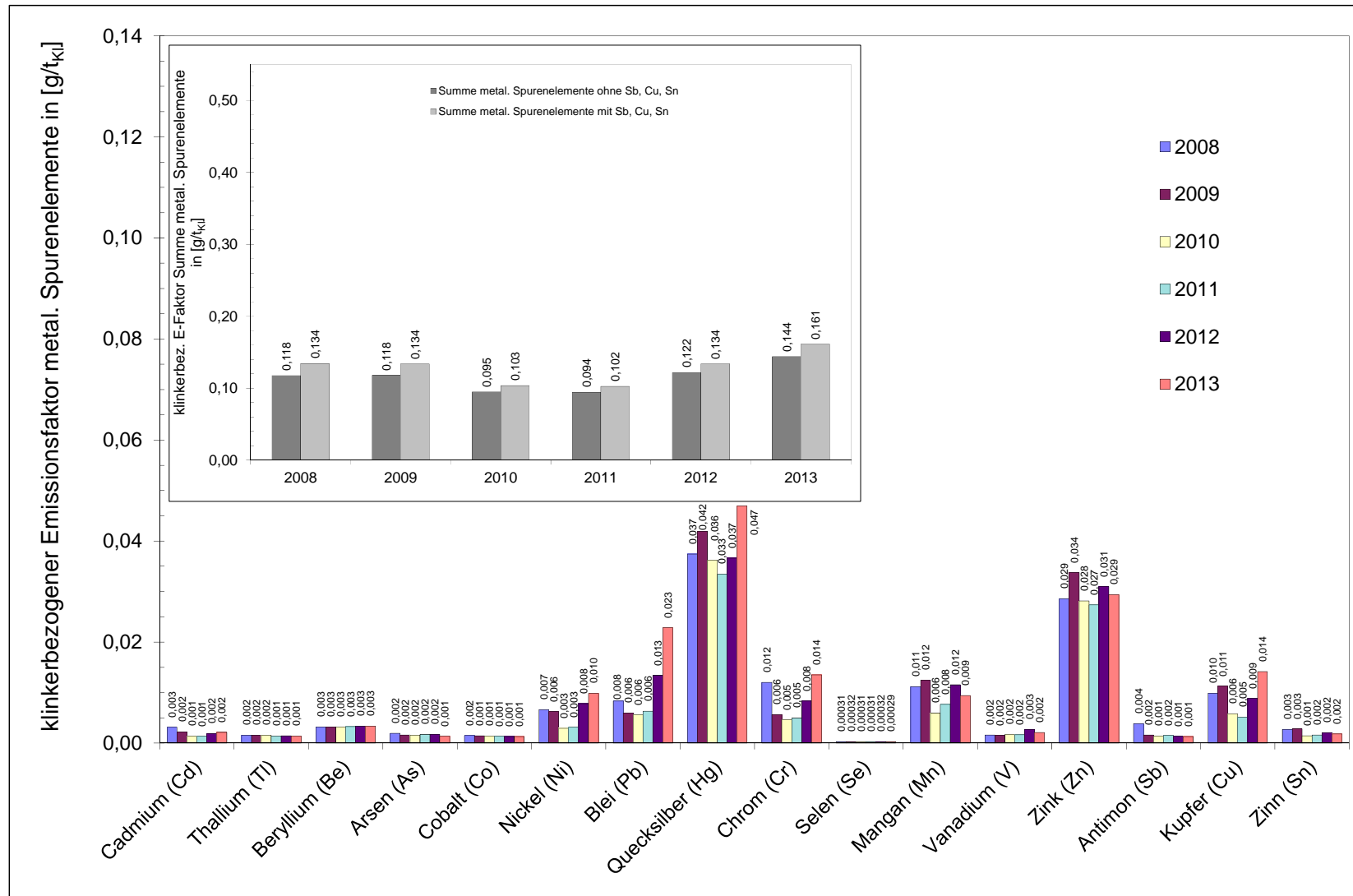


Abbildung 3-26: klinkerbezogene Emissionsfaktoren diverser metallischer Spurenelemente aus Anlagen der österreichischen Zementindustrie (ohne Mahlwerke) für den Zeitraum von 2008 bis 2013

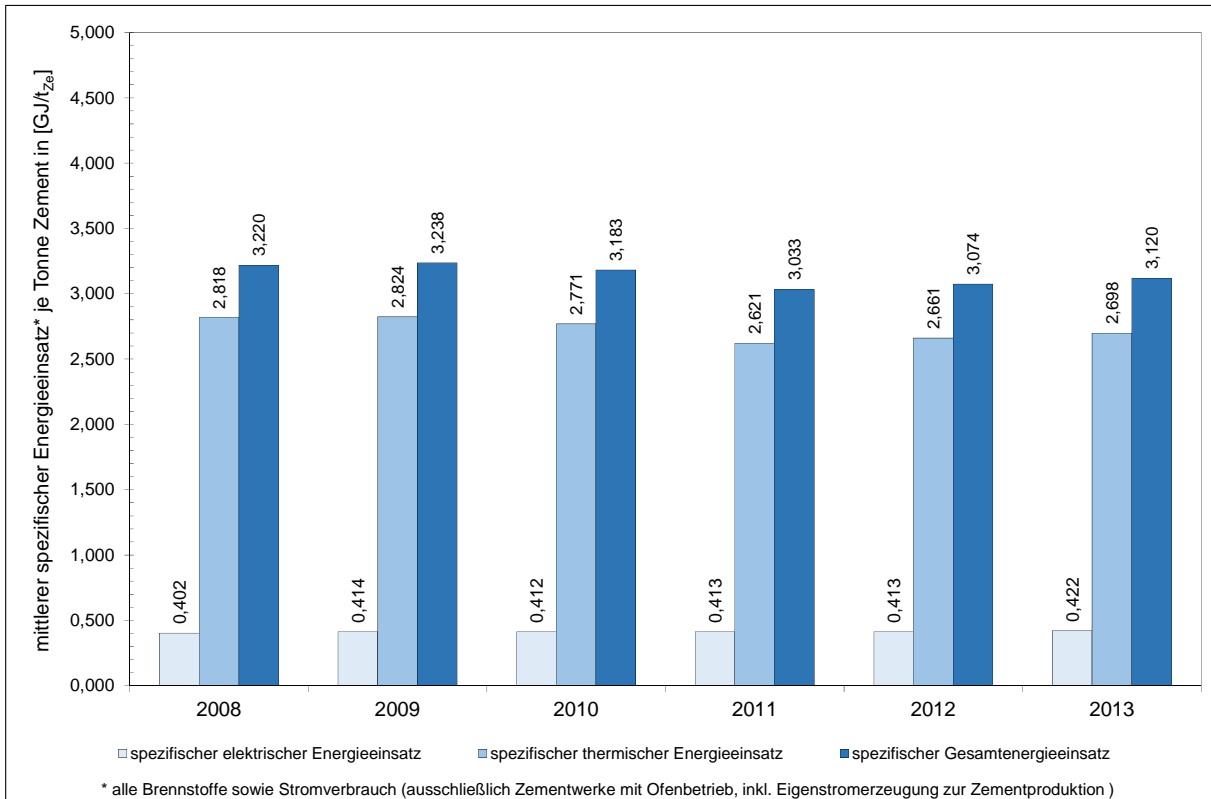


Abbildung 3-27: mittlerer spezifischer Energieeinsatz je Tonne Zement in Anlagen der österreichischen Zementindustrie (ohne Mahlwerke) im Vergleichszeitraum 2008 bis 2013

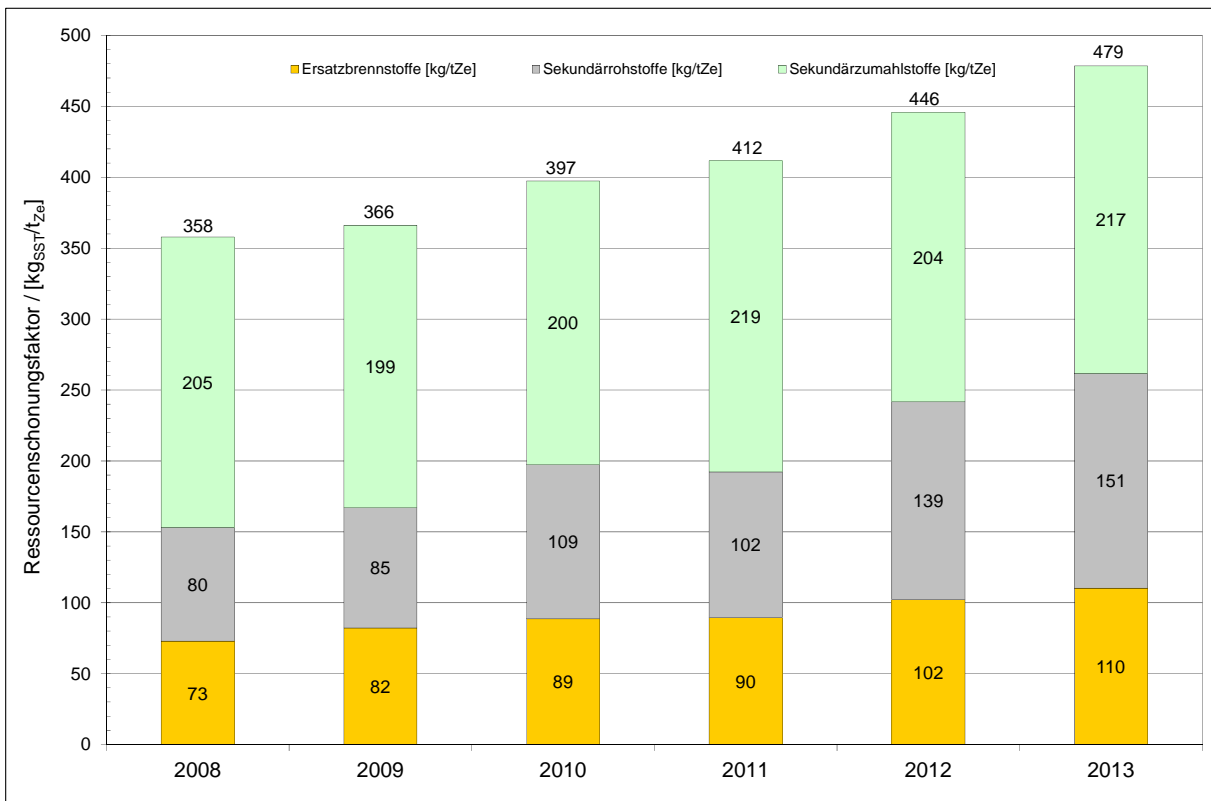


Abbildung 3-28: Ressourcenschonungsfaktor für Anlagen der österreichischen Zementindustrie im Vergleichszeitraum 2008 bis 2013

(Der Ressourcenschonungsfaktor verdeutlicht jene Menge an Ersatzbrennstoffen, Sekundärrohstoffen und Sekundärzumahlstoffen, die bei der Erzeugung einer Tonne Zement verwendet werden.)

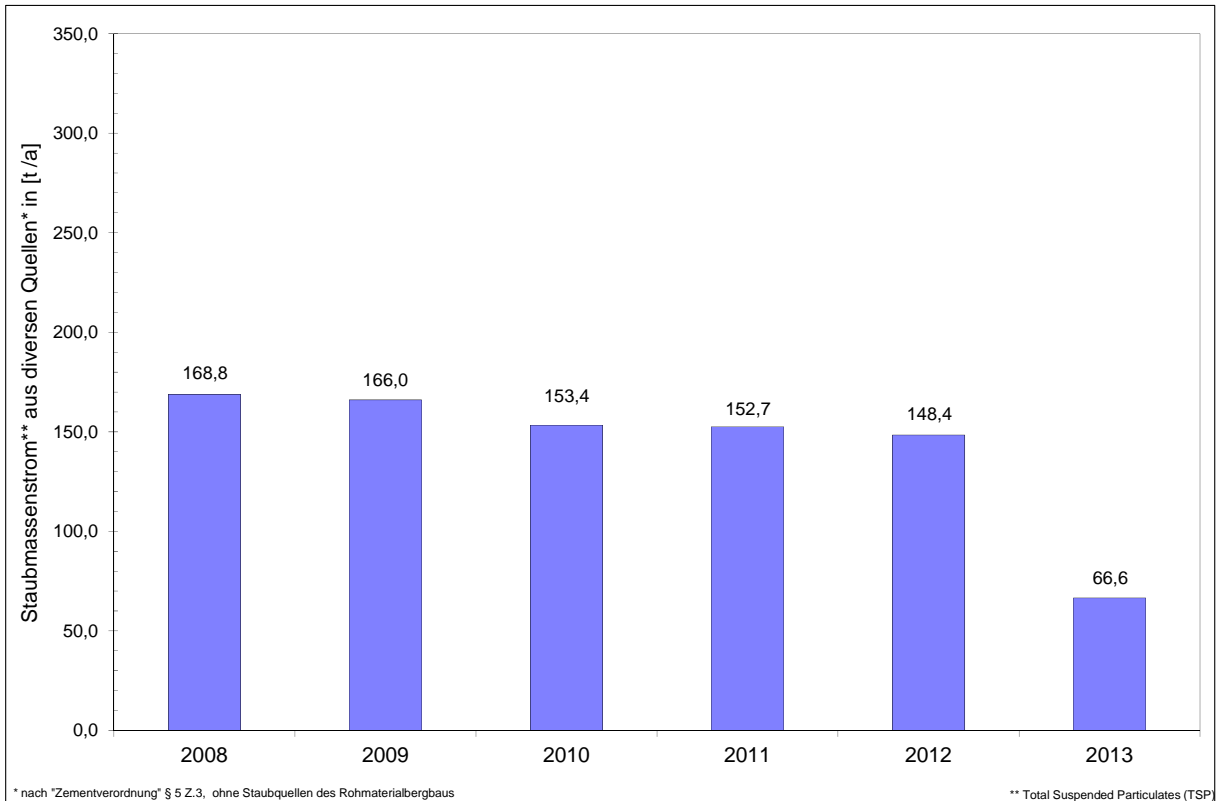


Abbildung 3-29: Staubmassenstrom (TSP) aus "sonstigen definierten Quellen" nach "Zementverordnung" § 5 Z.3 für Anlagen der österreichischen Zementindustrie (exklusive Mahlwerke) im Beobachtungszeitraum 2008 bis 2013



Abbildung 3-30: staubförmige Emissionen unter Berücksichtigung von Staubemissionen aus "sonstigen definierten Quellen" nach "Zementverordnung" § 5 Z.3 für Anlagen der österreichischen Zementindustrie (exklusive Mahlwerke) im Beobachtungszeitraum 2008 bis 2013

4 Kurzkomentar zu den Ergebnissen

4.1 Anlage- und Produktionsdaten

Kennzahl	2012		2013	
		[%]		[%]
Installierte Klinkerkapazität [t/a]	5.086.900	100,00	5.086.900	0,00
Rohmehleinsatz [t/a]	4.942.334	100,00	4.858.175	-1,70
Klinkerproduktion [t/a]	3.206.055	100,00	3.156.286	-1,55
Zementproduktion [t/a]	4.455.162	100,00	4.384.876	-1,58
Ofenbetriebsstunden* [h _{OB} /a]	54.270,5		53.857,5	
* alle Drehrohfenbetriebszustände		100,00		-0,76
Rohmehlfaktor [t _{RM} /t _{KI}]	1,542	100,00	1,539	-0,15
Klinkerfaktor* [t _{KI} /t _{ZE}]	0,703		0,702	
*= Klinkerverbrauch/Zementproduktion		100,00		-0,17
spez. therm. Energieeinsatz [GJ/t _{KI}]	3,698	100,00	3,749	1,38
Klinkerbrandfaktor [t _{KI} /h _{OB}]	59,075	100,00	58,604	-0,80
Abgasfaktor* [m ³ (Vn)/h _{OB}]	158.896		161.701	
* nicht auf 10 Vol.-% O ₂ bezogen		100,00		1,77
spez. Abgasmenge* [m ³ (Vn)/t _{KI}]	2.690		2.759	
* nicht auf 10 Vol.-% O ₂ bezogen		100,00		2,58
Anteil Ersatzbrennstoffe am therm. Gesamtenergieeinsatz [%]	68,41		72,36	
		100,00		5,79
Ressourcenschonungsfaktor* [kg/t _{ZE}]	445,8		478,5	
* Ersatzstoffmenge bei der Produktion 1 t Zement		100,00		7,33

Tabelle 4-1: Produktionsdaten für Anlagen der österreichischen Zementindustrie im Jahresvergleich 2013 mit 2012

Die installierte Klinkerkapazität in Anlagen der österreichischen Zementindustrie blieb im Jahresvergleich 2012/2013 mit ca. 5,0869 Millionen Jahrestonnen unverändert (Tabelle 4-1).

Die Klinkerproduktion verminderte sich im Jahresvergleich 2013 mit 2012 von ca. 3,21 auf ca. 3,16 Millionen Jahrestonnen; dies entspricht einem Rückgang um ca. 1,6 %.

Im Vergleichszeitraum war die Zementproduktionsmenge von ca. 4,46 Millionen Jahrestonnen um ca. 1,6 % auf ca. 4,38 Millionen Jahrestonnen rückläufig.

Der Klinkerfaktor sank geringfügig um ca. 0,2 % von 0,703 auf 0,702 t_{KI}/t_{ZE}.

Die Anzahl an Ofenbetriebsstunden verringerte sich um ca. 0,8 % auf 53.857,5 Stunden.

Der Klinkerbrandfaktor verschlechterte sich geringfügig von ca. 59,1 t_{KI}/h_{OB} um ca. 0,8 % auf ca. 58,6 t_{KI}/h_{OB}.

Für die Produktion einer Tonne Klinker wurde im Jahr 2013 mit ca. 3,75 GJ um ca. 1,4 % mehr thermische Energie (Brennstoffwärmeverbrauch) eingesetzt als im Jahr zuvor.

Die spezifische Abgasmenge erhöhte sich anlagenbedingt im Jahresvergleich um ca. 2,6 % auf 2.759 m³(Vn) je Tonne produzierten Klinker.

Der Anteil an Brennstoffwärmemenge erzeugt aus Ersatzbrennstoffen am Gesamtwärmebedarf, erhöhte sich von ca. 68,4 % im Jahr 2012 auf ca. 72,4 % im Jahr 2013. Dies entspricht einem Anstieg um 4 Prozentpunkte (ca. +5,8 %).

Im Jahr 2013 erhöhte sich die Menge an Ersatzstoffen (i.e. Ersatzbrennstoffe, Sekundärrohstoffe, Sekundärzumahlstoffe), die für die Produktion einer Tonne Zement verwendet wurde (Ressourcenschonungsfaktor), von ca. 446 kg/t_{ze} um ca. 7,3 % auf ca. 479 kg/t_{ze}.

4.2 Emissionen

4.2.1 Schadstoffe

Emissionsfaktor	2012		2013	
	[g/t _{kI}]	[%]	[g/t _{kI}]	[%]
Staub (TSP aus den Ofenlinien)	6,78		8,58	
		100,00		26,56
Stickstoffoxide (als NO ₂)	809,69		834,50	
		100,00		3,06
Schwefeldioxid (SO ₂)	57,83		76,72	
		100,00		32,66
Summe Spurenelemente	0,133860		0,161333	
		100,00		20,52
chlorhaltige Verbindungen (als HCl)	3,955		4,068	
		100,00		2,87
fluorhaltige Verbindungen (als HF)	0,227		0,250	
		100,00		10,18
org. Gesamtkohlenstoff (TOC)	73,597		85,185	
		100,00		15,75
Kohlenmonoxid (CO)	5.103,0		5.187,8	
		100,00		1,66
Kohlendioxid (CO ₂) (inklusive klimaneutrales CO ₂)	855.616		855.333	
		100,00		-0,03

Tabelle 4-2: Emissionsänderungen bei klassischen Schadstoffen aus Anlagen der österreichischen Zementindustrie im Bilanzjahr 2013 bezogen auf 2012

Im Jahresvergleich 2013 mit 2012 erhöhten sich die klinkerbezogenen spezifischen Emissionsfaktoren [g/t_{kI}] für Schwefeldioxid, ofengängigen Staub, Summe metallische Spurenelemente, organischer Gesamtkohlenstoff, fluorhaltige Verbindungen, Stickstoffoxide, chlorhaltige Verbindungen und Kohlenmonoxid. Hingegen verzeichnete der klinkerbezogene spezifische Emissionsfaktor [g/t_{kI}] für Kohlendioxid einen geringfügigen Rückgang (Tabelle 4-2).

4.2.2 Metallische Spurenelemente

Im Jahresvergleich 2013 mit 2012 konnte bei neun metallischen Spurenelementen (V, As, Mn, Sn, Se, Zn, Sb, Ti und Co) Rückgänge bei den klinkerbezogenen Emissionsfaktoren [g/t_{kI}] verzeichnet werden. Bei sieben metallischen Spurenelementen (Pb, Cr, Cu, Hg, Ni, Cd und Be) zeigten sich höhere Werte (Tabelle 4-3).

Insgesamt erhöhte sich der klinkerbezogene Emissionsfaktor [g/t_{kI}] für Summe metallische Spurenelemente um ca. 20,5 % auf ca. 0,1613 g/t_{kI} (Tabelle 4-3).

Spurenelement	2011	2012	2013	2013/2012	2013/2011
	Emissionsfaktor [g/t _{kl}]	Emissionsfaktor [g/t _{kl}]	Emissionsfaktor [g/t _{kl}]	Änderung [%]	Änderung [%]
Cadmium (Cd)	0,001361	0,001881	0,002153	14,46	58,17
Thallium (Tl)	0,001442	0,001449	0,001407	-2,91	-2,41
Beryllium (Be)	0,003282	0,003394	0,003413	0,54	3,97
Arsen (As)	0,001718	0,001736	0,001397	-19,55	-18,69
Cobalt (Co)	0,001370	0,001323	0,001302	-1,56	-4,98
Nickel (Ni)	0,003160	0,007832	0,009841	25,66	211,40
Blei (Pb)	0,006331	0,013390	0,022840	70,58	260,79
Quecksilber (Hg)	0,033460	0,036640	0,046945	28,13	40,30
Chrom (Cr)	0,004971	0,008344	0,013526	62,11	172,10
Selen (Se)	0,000312	0,000317	0,000286	-9,92	-8,55
Mangan (Mn)	0,007691	0,011562	0,009425	-18,48	22,55
Vanadium (V)	0,001657	0,002704	0,002124	-21,45	28,17
Zink (Zn)	0,027382	0,031006	0,029392	-5,21	7,34
Antimon (Sb)	0,001533	0,001354	0,001302	-3,83	-15,05
Kupfer (Cu)	0,005169	0,008854	0,014145	59,75	173,64
Zinn (Sn)	0,001621	0,002074	0,001835	-11,53	13,24
<i>Summe Spurenelemente</i>	<i>0,102460</i>	<i>0,133860</i>	<i>0,161333</i>	<i>20,52</i>	<i>57,46</i>

Tabelle 4-3: Emissionsfaktoren für metallische Spurenelemente und ihre prozentuelle Änderung in 2013 bezogen auf 2012

5 Tabellenverzeichnis

1.)	Tabelle 2-1: erfaßte Schadstoffe	3
2.)	Tabelle 3-1: Gesamtübersichtstabelle - Emissionen und Produktionsmittel der österreichischen Zementindustrie (ohne Mahlwerke) im Vergleichszeitraum 2008 bis 2013.....	4
3.)	Tabelle 4-1: Produktionsdaten für Anlagen der österreichischen Zementindustrie im Jahresvergleich 2013 mit 2012	23
4.)	Tabelle 4-2: Emissionsänderungen bei klassischen Schadstoffen aus Anlagen der österreichischen Zementindustrie im Bilanzjahr 2013 bezogen auf 2012	24
5.)	Tabelle 4-3: Emissionsfaktoren für metallische Spurenelemente und ihre prozentuelle Änderung in 2013 bezogen auf 2012	25

6 Abbildungsverzeichnis

1.)	Abbildung 3-1: Rohmehleinsatzmenge, Klinkerproduktionsmenge und Zementproduktionsmenge der österreichischen Zementindustrie im Beobachtungszeitraum 2008 bis 2013 (ohne Mahlwerke)	5
2.)	Abbildung 3-2: Klinkerfaktor und Rohmehlfaktor im Beobachtungszeitraum 2008 bis 2013.....	5
3.)	Abbildung 3-3: Entwicklung des Klinkerbrandfaktors in den Anlagen der österreichischen Zementindustrie im Beobachtungszeitraum 2008 bis 2013	6
4.)	Abbildung 3-4: Einsatzmengen konventioneller Brennstoffe in der österreichischen Zementindustrie im Beobachtungszeitraum 2008 bis 2013	6
5.)	Abbildung 3-5: Einsatzmengen von Ersatzbrennstoffen (EBS) in Anlagen der österreichischen Zementindustrie im Beobachtungszeitraum 2008 bis 2013	7
6.)	Abbildung 3-6: Entwicklung des thermischen und elektrischen Energieeinsatzes in österreichischen Zementwerken mit eigener Klinkererzeugung im Beobachtungszeitraum 2008 bis 2013	7
7.)	Abbildung 3-7: Ersatzbrennstoffenergieanteil am thermischen Energieeinsatz (Substitutionsgrad) in Anlagen der österreichischen Zementindustrie für den Beobachtungszeitraum 2008 bis 2013.....	8
8.)	Abbildung 3-8: Brennstoffwärmemengen aus der Verfeuerung von Ersatzbrennstoffen im Beobachtungszeitraum 1988 bis 2013	8
9.)	Abbildung 3-9: auf die Tonne Zement bzw. auf die Tonne Klinker bezogener spezifischer Brennstoffenergieeinsatz in Anlagen der österreichischen Zementindustrie für den Beobachtungszeitraum 2008 bis 2013.....	9
10.)	Abbildung 3-10: über den Bilanzzeitraum 2011, 2012 und 2013 mengengewichtete Mittelwerte von Heizwerten unterschiedlicher Drehofenbrennstoffe (im Einsatzzustand) mit werkspezifischen Minimal- und Maximalwerten	9
11.)	Abbildung 3-11: Einsatzmengen von Ersatzbrennstoffen (EBS) in Anlagen der österreichischen Zementindustrie von 2008 bis 2013	10
12.)	Abbildung 3-12: Entwicklung des spezifischen Energieeinsatzes (exklusive elektrischer Energieeinsatz) und Darstellung des spezifischen, trockenen Gesamtgasnormvolumens (nicht auf 10,0 Vol.-% O ₂ bezogen) in österreichischen Zementwerken mit eigener Klinkererzeugung jeweils für den Zeitraum 2008 bis 2013.....	11
13.)	Abbildung 3-13: Einsatzmengen sekundärer Rohstoffe in Anlagen der österreichischen Zementindustrie (ohne Mahlwerke) im Zeitraum von 2008 bis 2013	12
14.)	Abbildung 3-14: Spezifizierung der im Zeitraum von 2008 bis 2013 in Anlagen der österreichischen Zementindustrie (ohne Mahlwerke) verwendeten sonstigen sekundären Rohstoffmassenströme	13
15.)	Abbildung 3-15: Einsatzmengen primärer Rohstoffe in Anlagen der österreichischen Zementindustrie in den Bilanzjahren 2012 und 2013 (ohne Mahlwerke)	14

16.)	Abbildung 3-16: Einsatzmengen primärer Zumahlstoffe in Anlagen der österreichischen Zementindustrie von 2008 bis 2013 (ohne Mahlwerke)	14
17.)	Abbildung 3-17: Einsatzmengen sekundärer Zumahlstoffe in Anlagen der österreichischen Zementindustrie von 2008 bis 2013 (ohne Mahlwerke)	15
18.)	Abbildung 3-18: jährliche Emissionen an Stickstoffoxiden (als NO ₂), an Schwefeldioxid, an organischem Gesamtkohlenstoff, an Ammoniak und an Staub (TSP aus Ofenlinien) aus Anlagen der österreichischen Zementindustrie (ohne Mahlwerke) im Zeitraum von 2008 bis 2013	15
19.)	Abbildung 3-19: zeitlicher Verlauf der jährlichen, spezifischen Emissionsmassenströme (Emissionsfaktoren) für Kohlenmonoxid, für Stickstoffoxide (als NO ₂), für Schwefeldioxid, für Ammoniak und für Staub (TSP aus Ofenlinien), jeweils bezogen auf 1 t Klinker (2008 - 2013, ohne Mahlwerke).....	16
20.)	Abbildung 3-20: zeitlicher Verlauf der jährlichen, spezifischen Emissionsmassenströme (Emissionsfaktoren) für Kohlenmonoxid, für Stickstoffoxide (als NO ₂), für Schwefeldioxid, für Ammoniak und für Staub (TSP aus Ofenlinien), jeweils bezogen auf 1 t Zement (2008 - 2013, ohne Mahlwerke).....	16
21.)	Abbildung 3-21: zeitliche Entwicklung der jährlichen Emissionen an chlor- und fluorhaltigen Verbindungen (ausgewiesen als HCl bzw. HF) sowie der jährlichen Gesamtemissionen an Spurenelementen jeweils für den Zeitraum 2008 bis 2013 (ohne Mahlwerke).....	17
22.)	Abbildung 3-22: zeitliche Entwicklung der jährlichen Emissionen an Kohlendioxid aus Anlagen der österreichischen Zementindustrie (exklusive Mahlwerke) im Beobachtungszeitraum 2008 bis 2013 (nach EZG)	17
23.)	Abbildung 3-23: auf die Tonne Klinker bezogene, spezifische CO ₂ -Emissionen (mit biogenen CO ₂ -Emissionen) aus Anlagen der österreichischen Zementindustrie im Beobachtungszeitraum 2008 bis 2013 (nach EZG)	18
24.)	Abbildung 3-24: auf die Tonne Klinker bezogene, spezifische CO ₂ -Emissionen (ohne biogene CO ₂ -Emissionen) aus Anlagen der österreichischen Zementindustrie im Beobachtungszeitraum 2008 bis 2013 (nach EZG)	18
25.)	Abbildung 3-25: auf GJ Brennstoffwärmemenge bezogene, relative CO ₂ -Emissionen aus Anlagen der österreichischen Zementindustrie im Beobachtungszeitraum 2008 bis 2013 (nach EZG).....	19
26.)	Abbildung 3-26: klinkerbezogene Emissionsfaktoren diverser metallischer Spurenelemente aus Anlagen der österreichischen Zementindustrie (ohne Mahlwerke) für den Zeitraum von 2008 bis 2013.....	20
27.)	Abbildung 3-27: mittlerer spezifischer Energieeinsatz je Tonne Zement in Anlagen der österreichischen Zementindustrie (ohne Mahlwerke) im Vergleichszeitraum 2008 bis 2013.....	21
28.)	Abbildung 3-28: Ressourcenschonungsfaktor für Anlagen der österreichischen Zementindustrie im Vergleichszeitraum 2008 bis 2013.....	21
29.)	Abbildung 3-29: Staubmassenstrom (TSP) aus "sonstigen definierten Quellen" nach "Zementverordnung" § 5 Z.3 für Anlagen der österreichischen Zementindustrie (exklusive Mahlwerke) im Beobachtungszeitraum 2008 bis 2013.....	22
30.)	Abbildung 3-30: staubförmige Emissionen unter Berücksichtigung von Staubemissionen aus "sonstigen definierten Quellen" nach "Zementverordnung" § 5 Z.3 für Anlagen der österreichischen Zementindustrie (exklusive Mahlwerke) im Beobachtungszeitraum 2008 bis 2013	22